

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»

Кафедра «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации «бакалавр»

Тема работы	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА 1М138.01.15.230	

Индекс УДК:621.81-214.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Хорошилова Надежда Ивановна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	П.А Чазов	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Д.Н. Нестерук	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	С.А Солодский	К.Т.Н		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	П.А Чазов	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Моховиков	К.Т.Н.		

Юрга – 2018 г.

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
Р6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
Р14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
 Федерального государственного автономного образовательного учреждения
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»

Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖАЮ:

Зав.кафедрой

_____ А.А. Моховиков
 (подпись) (дата) (Ф.И.О)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А41	Хорошилова Надежда Ивановна

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА 1М138.01.15.230	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	
Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Чертеж детали 2. Производственная программа выпуска детали- 1600 шт.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения</i>	1. Аналитическая часть 2. Формулировка проектной задачи 3. Технологическая часть 4. Конструкторская часть

достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	5. Раздел «Социальная ответственность» 6. Квалиметрическая оценка проекта
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Чертежи детали и заготовки 2. Карты наладок 3. Чертеж специального приспособления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Нестерук Д.Н
«Социальная ответственность»	Солодский С.А
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему «разработка технологического процесса изготовления корпуса 1М138.01.15.230 СБ.

Выпускная квалификационная работа состоит из 10 листов графического материала, 97 листов пояснительной записки.

Целью работы является разработка технологического процесса, с использованием высокоэффективного оборудования, приспособления, что позволяет сократить время на подготовку производства, снизить трудоемкость и затраты на производство.

Ключевые слова: ФРЕЗАРНАЯ, СВЕРЛИЛЬНАЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ФРЕЗА, СВЕРЛО, МЕТЧИК.

Выпускная квалификационная работа состоит из следующих частей:

Аналитическая часть, где проводится описание: служебного назначения изделия, действующего технологического процесса, отработки конструкции детали на технологичность.

Конструкционная часть проекта содержит описание конструкции разработанного приспособления, его силовой расчет и расчет на точность, а также специального режущего инструмента.

Организационная часть, где проводится расчет требуемого количества оборудования и коэффициента его загрузки.

Экономическая часть, где решен комплекс вопросов организации и экономики производства, выполнены соответствующие расчеты.

В разделе «социальная ответственность» разработан необходимый комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и защите окружающей среды.

ABSTRACT

The final qualifying work was done on the theme «Development of technological process of manufacturing the body 1M138.01.15.230 SAT. »

Final qualifying work consists of 8 sheets of graphic material, 98 sheets of explanatory note.

The purpose of the work is to develop a process using high-performance equipment, devices that can reduce the time to prepare for production, reduce labor intensity and production costs.

Keywords: FREZERNAJA, DRILLING, DEPLOYMENT, PROCESS, DEVICE, MILL, DRILL, TAP.

Final qualifying work consists of the following parts:

The analytical part, where the description is carried out: the purpose of the product, the current process, working out the design of the part for manufacturability.

The structural part of the project contains a description of the design of the developed device, its power calculation and calculation of accuracy, as well as a special cutting tool.

The organizational part, where the calculation of the required amount of equipment and its load factor.

The economic part, where the complex of issues of organization and economy of production is solved, the relevant calculations are made.

In the section "social responsibility" developed the necessary set of measures for safety, health and environmental protection.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....10

1РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА.....12

1.1Технологическая часть.....13

1.1.1Служебное назначение изделия.....13

1.1.2Производственная программа и определение типа производства.....13

1.1.3Анализ действующего технологического процесса.....15

1.1.4Отработка конструкции детали на технологичность.....16

1.1.5Выбор заготовки и метода её изготовления.....17

1.1.6Проектирование технологического маршрута обработки.....19

1.1.7Выбор технологических баз и последовательности обработки.....25

1.1.8Выбор средств технологического оснащения.....32

1.1.9Расчёт припусков на механическую обработку.....48

1.1.10 Расчет режимов резания.....52

1.1.11Расчет комбинированной развертки.....62

1.2Разработка конструкции приспособления.....66

1.2.1Обоснование и описание конструкции.....66

1.2.2Расчет приспособления на точность.....66

1.2.3Расчёт силы зажима изделия.....67

1.3Организационное проектирование.....71

1.3.1Нормирование технологического процесса.....71

1.3.2Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки.....74

1.3.3Определение численности рабочих.....75

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,.....77

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....77

2.1Расчёт объёма капитальных вложений.....78

2.1.1Стоимость технологического оборудования.....78

2.1.2Стоимость вспомогательного оборудования.....79

2.1.3Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря.....79

2.1.4Стоимость эксплуатируемых помещений.....79

2.1.5Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.....80

2.1.6Оборотные средства в незавершенном производстве.....80

2.1.7Оборотные средства в запасах готовой продукции.....81

2.1.8Оборотные средства в дебиторской задолженности.....81

2.1.9Денежные оборотные средства.....81

2.2Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции.....81

2.2.1Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.....81

2.2.2Расчет заработной платы производственных работников.....82

2.2.3Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих.....82

2.2.4Расчет амортизации основных фондов.....83

2.2.5Отчисления в ремонтный фонд.....84

2.2.6Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.....84

2.2.7Затраты на силовую электроэнергию.....85

2.2.8Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь.....86

2.2.9Расчет заработной платы вспомогательных рабочих.....86

2.2.10Заработная плата административно-управленческого персонала.....87

2.2.11Прочие расходы.....87

2.3Экономическое обоснование технологического проекта.....87

3СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....89

3.1Описание рабочего места.....90

3.2Анализ выявленных вредных факторов на рабочем участке.....91

3.3Анализ выявленных опасных факторов на рабочем участке.....93

3.4Охрана окружающей среды.....93

3.5Защита в чрезвычайных ситуациях.....94

3.6Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....96

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Хорошилова						
Провер.	Михайлов					8	97
Реценз.	Идов П.А.						
Н. Контр.							
Утверд.							

Разработка технологического
процесса изготовления корпуса
1М138.01.15.230 СБ

ЮТИ ТПУ гр. 10А41

3.7Заключение части БЖД.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	100

Приложение Б Комплект документов на технологический процесс
 ФЮРА.1М138.01.15.230 СБ
 Диск CD-R

В конверте
 на обороте

обложки

ФЮРА.1М138.01.15.230.001 СБ Корпус. Файл Корпус.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.002 СБ Корпус. Файл Корпус.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.003 Карта наладки. Файл 010.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.004 Карта наладки. Файл 020.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.005 Карта наладки. Файл 020 лист 2.cdw в
 формате Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.006 Карта наладки. Файл 030.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.007 Карта наладки. Файл 040.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.008 Карта наладки. Файл 055.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.009 СБ Приспособление для фрезеровки. Файл
 Приспособление для фрезеровки.cdw в формате Компас 3D-V16

ФЮРА.1М138.01.15.230.010 Развертка. Файл развертка.cdw в формате
 Компас 3D-V16

Графический материал

На отдельных листах

ФЮРА.1М138.01.15.230.001 СБ Корпус

ФЮРА.1М138.01.15.230.002 СБ Корпус

ФЮРА.1М138.01.15.230.003 Карта наладки

ФЮРА.1М138.01.15.230.004 Карта наладки

ФЮРА.1М138.01.15.230.005 Карта наладки

ФЮРА.1М138.01.15.230.006 Карта наладки

ФЮРА.1М138.01.15.230.007 Карта наладки

ФЮРА.1М138.01.15.230.008 Карта наладки

ФЮРА.1М138.01.15.230.009 СБ Приспособление для фрезеровки

ФЮРА.1М138.01.15.230.010 Развертка

					ФЮРА.310359.000 ПЗ	9 Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение производит средства труда, машины и оборудование, приборы и вычислительную технику передаточные устройства, транспортные средства – для всех отраслей народного хозяйства. Оно производит предметы потребления, в основном длительного использования. к середине 80-х годов в общем объеме продукции машиностроения средства производства составляли 88,9%, предметы потребления – всего лишь 11,1%, что свидетельствовало о не ориентированности отечественного машиностроения на запросы массового потребителя.

Машиностроение входит в состав промышленности под названием «Машиностроение и металлообработка». Машиностроение создает машины и оборудования, аппараты и приборы, различного рода механизмы для материального производства, науки, культуры, сферы услуг. Металлообработка занимается производством металлических изделий, ремонтом машин и оборудования. В настоящее время машиностроение России состоит из ряда самостоятельных отраслей, куда входят свыше 350 подотраслей и производств.

Обработка металлов резанием на металлообрабатывающих станках – весьма распространенный производственный процесс, назначением которого является придание поверхности заготовки с помощью режущего инструмента правильной геометрической формы и соответствующей чистоты.

На большинстве машиностроительных заводов трудоемкость обработки резанием составляет 45-50% от общей трудоемкости изготовления машин и поэтому совершенствование технологии резания металлов является актуальной задачей.

Важным направлением в развитии станкостроения на современном этапе является внедрение высокопроизводительных станков с числовым программным управлением (ЧПУ) в виде участков из этих станков с использованием электронных вычислительных машин (ЭВМ) и микропроцессоров. При этом значительно облегчаются условия труда рабочих и обслуживающего персонала, резко повышается культура производства. Одним из важнейших направлений в этой области является также внедрение в производство автоматических линий, промышленных роботов и манипуляторов.

Достижение высокого уровня производительности возможно также благодаря применению новых конструкций режущего инструмента, а также рациональной его эксплуатации. Совершенствование режущего инструмента осуществляется за счет повышения доли твердосплавного и быстрорежущего инструмента с износостойкими покрытиями; применения новых, более производительных конструкций инструмента; увеличения доли инструмента из безвольфрамовых твердых сплавов, режущей керамики и сверхтвердых материалов; увеличения доли инструмента с механическим креплением многогранных пластинок, а также с клеевым креплением пластинок и вставок.

В последние годы наметилась тенденция к созданию и внедрению автоматизированных технологических комплексов, представляющих собой совокупность одной или нескольких единиц основного обрабатывающего оборудования, автоматического манипулятора (промышленного робота) для выполнения вспомогательных операций и транспортно-накопительной системы для хранения деталей и заготовок, управляемых от единого устройства программного управления. Такие быстроперенастраиваемые комплексы обеспечивают автоматизацию основных и вспомогательных операций при обработке широкой номенклатуры изделий. Они служат средством перехода к комплексно – автоматизированным производствам с так называемой «безлюдной технологией», обладающим необходимой гибкостью.

Целями и задачами курсового проекта являются на базе накопленного передового опыта в машиностроении разработка нового, более совершенного технологического процесса обеспечивающего существенное повышение производительности труда, качества промышленной продукции, снижение ее себестоимости и материалоемкости, а также улучшение условий труда. Уделить внимание техническому перевооружению производства, максимальному использованию возможностей техники, комплексной механизации и автоматизации технологических процессов. При разработке технологического процесса необходимо выбрать и обосновать метод получения заготовки. Выбрать маршрут обработки детали и его технико-экономически обосновать. Для наиболее рационального использования оборудования и повышения точности детали разделить черновые и чистовые операции и выполнить их на предназначенных для этого станках. При обработке детали необходимо тщательно проработать вопросы, связанные с установкой и закреплением детали, во избежание деформации заготовки, базирование, очередности и видов операций, обеспечить, возможно, меньшее число переустановок на станках, предусмотреть использование стандартизированной оснастки и режущего инструмента. Специальную технологическую оснастку и режущий инструмент проектировать только тогда, когда без них невозможна установка и обработка детали или не могут быть обеспечены заданная точность обработки или другие технические требования.

1 РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр.10А41

(Подпись)

Н.И Хорошилова

(Дата)

Руководитель
ассистент, кафедры ТМС

(Подпись)

П.А Чазов

(Дата)

Нормоконтроль
ассистент, кафедры ТМС

(Подпись)

П.А Чазов

(Дата)

1.1 Технологическая часть

1.1.1 Служебное назначение изделия

Описание детали:

Рассматриваемая деталь применяется в качестве корпусной детали для крепления и размещения на ней других деталей. Деталь имеет систему пересекающихся отверстий, образующих маршруты перемещения воздуха, газа или жидкости. Корпус крепится к остальным деталям машины четырьмя болтами, для чего в корпусе предусмотрены отверстия с цековками.

Корпус применяется как гидрораспределитель для изменения направления рабочей жидкости через систему отверстий.

Деталь «Корпус» изготавливают из стали 35. Деталь достаточно технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и довольно проста по конструкции.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 35 в процентах [1]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,32-0,4	0,17-0,37	0,5-0,8	До 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

Таблица 1.2 – Механические свойства при $T=20^{\circ}\text{C}$ стали 35 [1]

σ_{T} КГ/ММ ²	$\sigma_{\text{В}}$ КГ/ММ ²	δ %	КСУ, кДж/см ²	НВ·10 ⁻¹ , МПа
Не менее				207
315	530	20	-	

$\sigma_{\text{В}}$ – предел кратковременной прочности,

σ_{T} – предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации),

δ – относительное удлинение при разрыве,

КСУ – ударная вязкость,

НВ – твердость по Бринеллю.

1.1.2 Производственная программа и определение типа производства

В соответствии с заданием на курсовой проект количество обрабатываемых в год деталей равно 1600 штук.

Полученные значения сведены в таблицы 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
Корпус	ФЮРА.1М138.01.15.230 СБ	1600	0,00524	9,432

Таблица 1.4 – Подетальная годовая производственная программа

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
					программу на основную	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
ФЮРА.1М138.01.15.230 СБ	Корпус	ГОСТ 1050-88Сталь 35	1	8	1600	144	1744	0,00524	10,18656

В соответствии с [2, стр. 6] назначаем среднесерийный тип производства, т.к. $N_{\text{изд}}$ от 500 до 5000 шт.

В этой части курсового проекта тип производства определён приближённо. В дальнейшем после разработки технологических процессов сборки и изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, (1.1)$$

где $a - i$ периодичность запуска партии изделий (рекомендуется принимать из

ряда 3, 6, 12 или 24 дня от мелко- до среднесерийного производства). Принимаю $a=6$ 6 дней.

F – число рабочих дней в году, для 2018-го года F = 247.

$$n = \frac{1600 * 6}{247} = 39 \text{ шт.}$$

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса

Имеющийся заводской технологический процесс изготовления детали “Корпус” состоит из 21 операций. Из них фрезерных – 9 операций, сверлильных – 5 операций, слесарных – 1 операции, контрольных – 2 операция, промывочных – 1 операция, операций покрытия – 1.

В качестве базовой заготовки для изготовления детали “Корпус” используется прокат прямоугольного сечения. Заготовка такого вида имеет увеличенные припуски, что вызывает высокую трудоемкость механической обработки на черновых операциях.

Каждая операция заводского технологического процесса сопровождается описанием последовательности её выполнения. В технологических картах указаны необходимые режущие и измерительные инструменты, которые необходимы для проведения операции и контроля ее результатов. После механической обработки проводится контроль на соответствие правильности достигнутых результатов.

Для каждой операции приведено наименование станка, который используется для обработки детали на одной операции.

К недостаткам технологического процесса можно отнести использование малопроизводительного оборудования, низкий уровень механизации, слабая оснащённость высокопроизводительными режущими инструментами, не использование механизированных приспособлений для зажима заготовок.

При проектировании технологического процесса считаю целесообразным:

- применение режущего инструмента со сменными пластинами из твердого сплава. Это позволит сократить операционное время за счет применения высокопроизводительных режимов резания.
- применение современных высокопроизводительных моделей станочного парка (отечественного или зарубежного производства), что позволит применить высокопроизводительные режимы резания и сократить операционное время.
- применение специальной оснастки с механизированным зажимом заготовки (с пневмоприводом или гидроприводом). На фрезерных и сверлильных операциях целесообразно применять приспособление с пневмозажимом. В приспособлениях данного типа будут три базирующие поверхности (которые будут ориентировать заготовку относительно стола станка), а также зажим который будет препятствовать смещению заготовки во время обработки. Все приспособления будут специальными, а значит при установке детали на приспособление не нужно будет тратить время на выверку

обрабатываемых поверхностей. Зажим заготовки будет осуществляться за счет сжатого воздуха, а значит, рабочему не нужно будет прилагать усилия для зажима заготовки. Таким образом применение специальной оснастки с механизированным зажимом заготовки позволит сократить время обработки (за счет сокращения подготовительного времени) и сэкономит трудовой ресурс.

1.1.4 Оработка конструкции детали на технологичность

Деталь «Корпус» относится к классу «корпусная деталь». Жёсткость конструкции детали является достаточной и не ограничит режимы резания при обработке. Ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ режущего и мерительного инструмента. Конструкция детали позволяет обработать её стандартными режущими инструментами. Однако, для выполнения канавки на эскизе Д (согласно требованиям чертежа) необходимо спроектировать специальный режущий инструмент. Отсутствуют плоскости, расположенные под тупым или острым углом, однако имеются отверстия, расположенные не под прямым углом к плоскости входа и выхода.

Конструкция детали имеет достаточные по размерам и расположению базовые поверхности, что позволяет при обработке применять принципы совмещения и постоянства баз, обеспечивая точность формы обрабатываемых поверхностей, точности их расположения и точность размеров. Наивысший kvalitet точности обрабатываемых поверхностей – 9, что позволяет обработать деталь на станках экономически достижимой точности. Самый высокий параметр шероховатости – Ra 2,5, что требует применения специальных отделочных методов обработки.

К положительным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- рассматриваемая деталь относится к классу «корпусные детали». В качестве заготовки принят прокат. Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки;
- все поверхности доступны для механической обработки. обработке подвержены все детали;
- большинство обрабатываемых поверхностей являются простыми цилиндрическими или линейными поверхностями, что обеспечивает простоту доступа при их обработке;
- имеется возможность обработки наружных поверхностей и отверстий в конструкции детали на станках с ЧПУ;
- точность размеров и формы, шероховатости, взаимного расположения поверхностей соответствуют функциональному назначению детали;
- к обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента;
- деталь не имеет отверстий, расположенных не под прямым углом к плоскости входа инструмента.

- наличие явных баз, удобных для обработки, размеры базирующих поверхностей достаточны для обработки.

К отрицательным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- имеются отверстия, имеющие большую глубину (сквозное отверстие $\varnothing 34H9$, отверстия $\varnothing 6H14$ и глубиной 98 мм), для выполнения таких отверстий необходимо предусмотреть специальный режущий инструмент.

- наличие канавки (эскиз Д), для выполнения такой канавки необходимо спроектировать специальный режущий инструмент, или внедрить стандартный инструмент со специальной заточкой режущей части.

Проведя качественный анализ технологичности детали, можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

Отработка конструкции детали на технологичность производилась по рекомендациям [3, стр. 21-23] и [4, стр. 16].

1.1.5 Выбор заготовки и метода её изготовления

При выборе заготовки для заданной детали назначаем метод её получения, определяем конфигурацию, размеры, допуски, припуски на обработку. Правильный выбор способа получения заготовки оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса обработки, способствует снижению удельной металлоёмкости изделий и снижению себестоимости.

Поскольку деталь имеет простую габаритную форму, возможно применение различных вариантов получения заготовки – штамповка, прокат.

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассмотрим два альтернативных варианта. В первом случае заготовка получается – штамповкой на молотах и прессах, во втором – из проката.

Используя рекомендации [5, стр. 6-39] и [6] проектируем заготовку.

1) Штамповка на молотах и прессах по ГОСТ 7505-89

- класс точности – Т4
- группа материала – М1
- степень сложности – С2
- исходный индекс – 13

Масса детали – 5,24 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.6, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.6 – Размеры заготовки

Номинальный размер детали	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Шероховатость поверхности	Допуск на размер заготовки, мм
165	2,3	170	R _a 6,3	1,8
83	2,3	88	R _a 6,3	1,4
74	2,3	79	R _a 6,3	1,4

Масса заготовки равна 9,22 кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_{ум} = \frac{5,24}{9,22} = 0,568.$$

2) Прокат по ГОСТ 2591-88

Для определения размеров заготовки необходимо по размеру наибольшей стороны детали (83) подобрать ближайший больший размер проката – 90 мм.

Для определения длины отрезаемого проката необходимо назначить припуск на обработку торцов. Согласно [4], припуск на каждую сторону равен 2,0 мм, тогда итоговая длина заготовки из проката равна

$$L = 165 + 2 \cdot 2 = 169 \text{ мм.}$$

Результаты проектирования в таблице 1.7.

Масса детали – 5,24 кг.

Таблица 1.7 – Размеры заготовки

Номинальный размер детали	Размер заготовки, мм
165	169
83	90
74	90

Масса заготовки равна 9,41 кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_{ум} = \frac{5,24}{9,41} = 0,557.$$

Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок, согласно рекомендациям [7, стр.185-383], [8, стр.39-56]:

$$S_T = \frac{G_D}{K_{ум}} \cdot (C_{заг} + C_C \cdot (1 - K_{ум})), (1.3)$$

где G_D – масса детали, кг;

$C_{заг}$ – удельная стоимость материала заготовки;

$C_c = 99$ руб. — стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению по состоянию на 01.01.15 года.

При штамповке на молотах и прессах

$$C_{3AG} = 84,1 \text{ руб/кг.}$$

$$S_{T1} = \frac{5,25}{0,568} \cdot (84,1 + 99 \cdot (1 - 0,568)) = 1172,636 \text{ руб.}$$

При изготовлении из проката

$$C_{3AG} = 32,5 \text{ руб/кг.}$$

$$S_{T2} = \frac{5,25}{0,557} \cdot (32,5 + 99 \cdot (1 - 0,557)) = 719,702 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость изготовления заготовки из проката меньше чем при прочих вариантах. Учитывая этот фактор, в качестве способа получения заготовки выбираем изготовление заготовки из проката.

1.1.6 Проектирование технологического маршрута обработки

Составляем технологический маршрут обработки согласно требованиям [4, стр. 48-56], [9, стр. 40-49], [10, стр. 226-236] и [11, стр. 163-1920].

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Технологический маршрут механической обработки детали

№ операции, наименование	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
005 Термообработка	1	Произвести термообработку (улучшение) по технологии бюро термической обработки	-
010 Фрезерная	1	Установить заготовку в приспособление с пневмоприводом, выверить, закрепить.	
	2	Установ А. Фрезеровать 2 поверхности в размеры 84,5h12 мм, 166,5h12 мм.	
	3	Установ Б, Фрезеровать 2 поверхности в размеры 75,5h12 мм, 165h12 мм.	

	4	<p>Установ В,</p> <p>Фрезеровать 2 поверхности в размеры 83,05h12 мм, 74h12 мм.</p>	Широкоуниверсальный станок модели 67K25ПР
--	---	---	---

Продолжение таблицы 1.8

№ операции, и. наименование	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
015 Слесарная	1	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак и. слесарный, электрическая
020 Фрезерная с ЧПУ	1	Установить заготовку в приспособление с пневмоприводом, закрепить.	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo
	2	Фрезеровать три уступа по программе	
	3	Центровать отверстия по программе.	
	4	Сверлить 4 отв. ø11 мм согласно эскизу.	
	5	Цековать 4 отв. ø18 мм на глубину 11 мм согласно эскизу.	
	6	Повернуть стол на 90°	
	7	Сверлить 6 отв. ø6 мм согласно эскизу.	
	8	Фрезеровать 4 фаски в отверстиях согласно эскизу.	
	9	Повернуть стол на 180°	
	10	Фрезеровать 4 фаски в отверстиях согласно эскизу.	
	11	Повернуть стол на 90°	
	12	Сверлить 2 отв. ø9 мм на длину 55 мм согласно эскизу (сечение В)	
	13	Фрезеровать 2 отв. ø13,5Н12 мм на длину 28 мм согласно эскизу (сечение В)	
	14	Цековать 2 отв. ø14Н9 мм на длину 28 мм согласно эскизу (сечение В)	
	15	Фрезеровать 2 отв. ø19,5Н12 мм на длину 15 мм согласно эскизу (сечение В)	
	16	Цековать 2 отв. ø20D10 мм на длину 15 мм согласно эскизу (сечение В)	
	17	Фрезеровать отв. ø17,5Н12 мм на длину 28 мм согласно эскизу (сечение Г)	
	18	Цековать отв. ø18Н9 мм на длину 28 мм согласно эскизу (сечение Г)	
	19	Фрезеровать отв. ø23,5Н12 мм на длину 15 мм согласно эскизу (сечение Г)	

Продолжение таблицы 1.8

№ операции, и. наименование	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
020 Фрезерная с ЧПУ	1	Цековать отв. ø24H9 мм на длину 15 мм согласно эскизу (сечение Г)	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo
	21	Сверлить отв. ø12 мм на длину 55 мм согласно эскизу (сечение К)	
	22	Фрезеровать отв. ø20H12 мм на длину 38 мм согласно эскизу (сечение К)	
	23	Цековать отв. ø20,5H10 мм на длину 38 мм согласно эскизу (сечение К)	
	24	Нарезать резьбу M22x1,5 на длину 35 мм (сечение К)	
	25	Фрезеровать отв. ø22,5H12 мм на длину 24 мм согласно эскизу (сечение К)	
	26	Цековать отв. ø23H9 мм на длину 24 мм согласно эскизу (сечение К)	
	27	Фрезеровать отв. ø24,5H12 мм на длину 16 мм согласно эскизу (сечение К)	
	28	Цековать отв. ø25H9 мм на длину 16 мм согласно эскизу (сечение К)	
	29	Сверлить 2 отв. ø4 мм на глубину 37 мм согласно эскизу.	
	30	Цековать 2 отв. ø6 мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	
	31	Повернуть стол на 90°	
	32	Сверлить отв. ø4 мм на глубину 25 мм согласно эскизу.	
	33	Сверлить отв. ø4 мм на глубину 37 мм согласно эскизу.	
	34	Цековать 2 отв. ø6 мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	
025 Слесарная	1	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак слесарный, электрическая

Продолжение таблицы 1.8

№ операции, и. наименование	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
030 Фрезерная с ЧПУ	1	Установить заготовку в приспособление с пневмоприводом, закрепить.	вертикально-фрезерный станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo
	2	Центровать отверстия по программе.	
	3	Сверлить отверстие $\varnothing 11H12$ мм.	
	4	Сверлить кольцевое отверстие $\varnothing 18H11$ мм.	
	5	Сверлить отверстие $\varnothing 3$ мм на глубину 10 мм.	
	6	Цековать отверстие $\varnothing 10H11$ мм на глубину 1,85 мм	
	7	Сверлить отверстие $\varnothing 12$ мм на глубину 55 мм	
	8	Сверлить кольцевое отверстие $\varnothing 22H11$ мм на глубину 1,85 мм.	
	9	Сверлить отверстие $\varnothing 4$ мм на длину 36 мм	
	10	Цековать отв. $\varnothing 6$ мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	
	11	Сверлить отверстие $\varnothing 6$ мм на глубину 98 мм	
	12	Цековать 2 отв. $\varnothing 8$ мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	
	13	Повернуть стол на 180°	
	14	Сверлить центровочное отверстие по программе.	
	15	Сверлить отверстие $\varnothing 6$ мм на длину 98 мм	
	16	Цековать отв. $\varnothing 8$ мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	
035 Слесарная	1	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак слесарный, электрическая

Продолжение таблицы 1.8

№ операции, и. наименование	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
040 Токарная с ЧПУ	1	Установить заготовку в приспособление, закрепить.	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000
	2	Центровать отверстия по программе.	
	3	Сверлить отверстие $\varnothing 33$ мм на проход.	
	4	Расточить предварительно отверстие $\varnothing 33,69H11$ мм на проход.	
	5	Расточить окончательно отверстие $\varnothing 34H9$ мм на проход.	
	6	Нарезать резьбу M36x1,5 на длину 30 мм	
	7	Расточить отверстие $\varnothing 37,7H12$ на длину 12 мм	
	8	Цековать отверстие $\varnothing 38H9$ на длину 12 мм	
	9	Сверлить отверстие $\varnothing 4$ мм на длину 36 мм	
	10	Переустановить заготовку	
	11	Расточить паз и фаски.	
045 Слесарная	1	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак а. слесарный, электрическая
050 Покрытие	1	Произвести покрытие никелем по технологии бюро покрытий	-

Продолжение таблицы 1.8

№ операции, и. наименование	№ перехода	Содержание перехода	Оборудо- вание
055 Шлифовальная	1	Установить заготовку на стол, закрепить	Плоскошлифовальный станок модели 3Г71
	2	Шлифовать заготовку в размер 83h12	
060 Контрольная	1	Контроль геометрических параметров согласно чертежу	Плита контрольная.

1.1.7 Выбор технологических баз и последовательности обработки.

Схему обработки детали «Корпус» выбираем на основании анализа конструкции детали, технических требований на ее изготовление и возможностей производства. Изготовление детали «Корпус» производим за несколько этапов: первый этап – подготовка черновых баз, второй – черновые операции для снятия большого чернового припуска и подготовка чистовых баз, второй этап – чистовые операции.

При разработке проектного варианта технологического процесса нужно стремиться к тому, чтобы выполнялись основные принципы базирования заготовок. При высоких требованиях к точности обработки необходимо выбирать такую схему базирования, которая обеспечивает наименьшую погрешность установки. Необходимо соблюдать принципы постоянства и единства баз.

010 Фрезерная

Установы А, Б, В. Базирование заготовки осуществляется по плоским поверхностям, заготовка устанавливается в приспособление с упором в торец. Закрепление заготовки осуществляется прижимом.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Двойная опорная база (торец детали) лишает заготовку 2 степеней свободы. Шестой степени свободы заготовка будет лишена за счет опорной базы (торец приспособления).

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

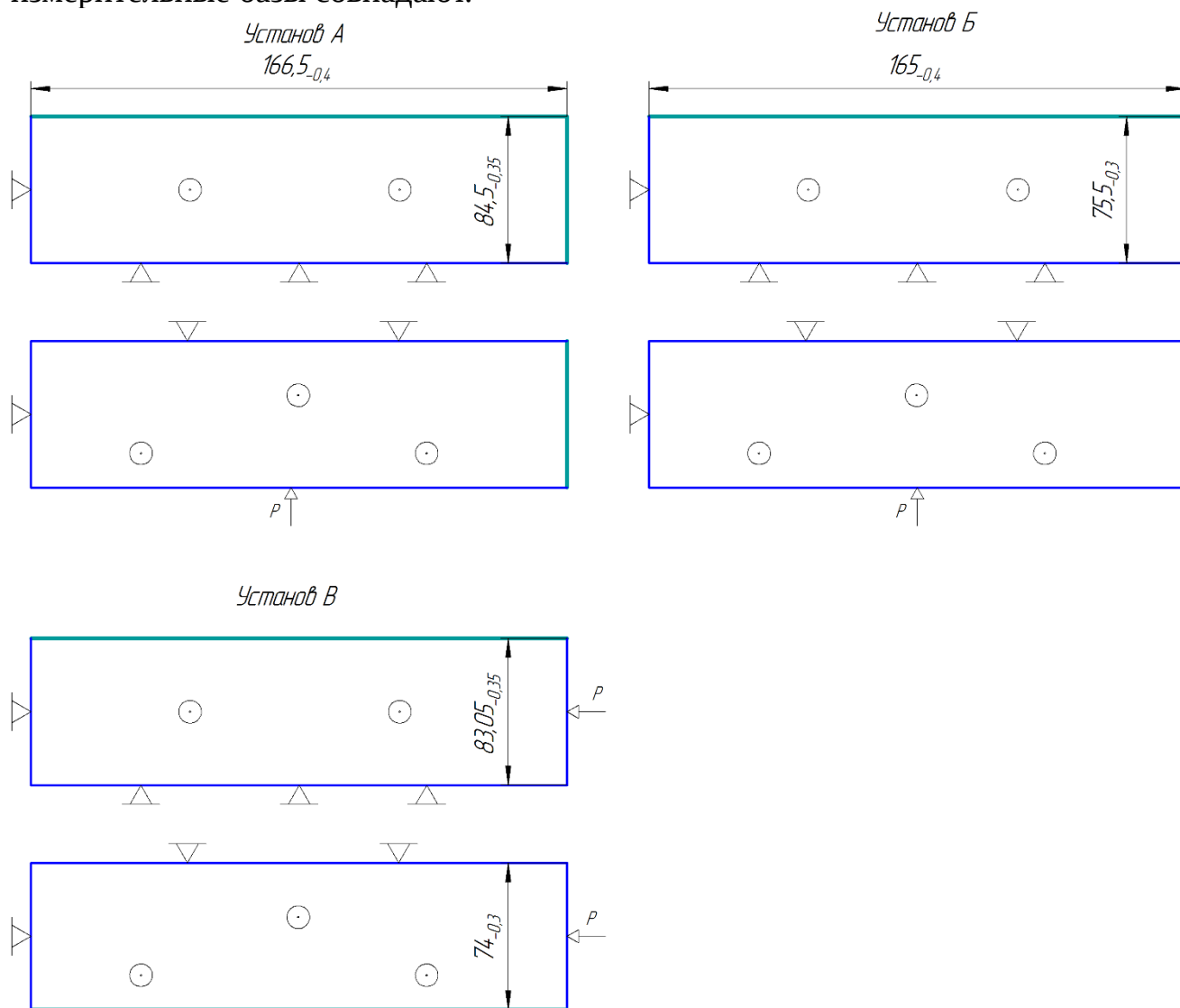


Рисунок 1.1 Схема базирования для 010 операции

020 Фрезерная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по плоским поверхностям, заготовка устанавливается в самоцентрирующее приспособление с упором в торец. Закрепление заготовки осуществляется прижимами.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Двойная опорная база (торец детали) лишает заготовку 2 степеней свободы. Шестой степени свободы заготовка будет лишена за счет опорной базы (торец приспособления).

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

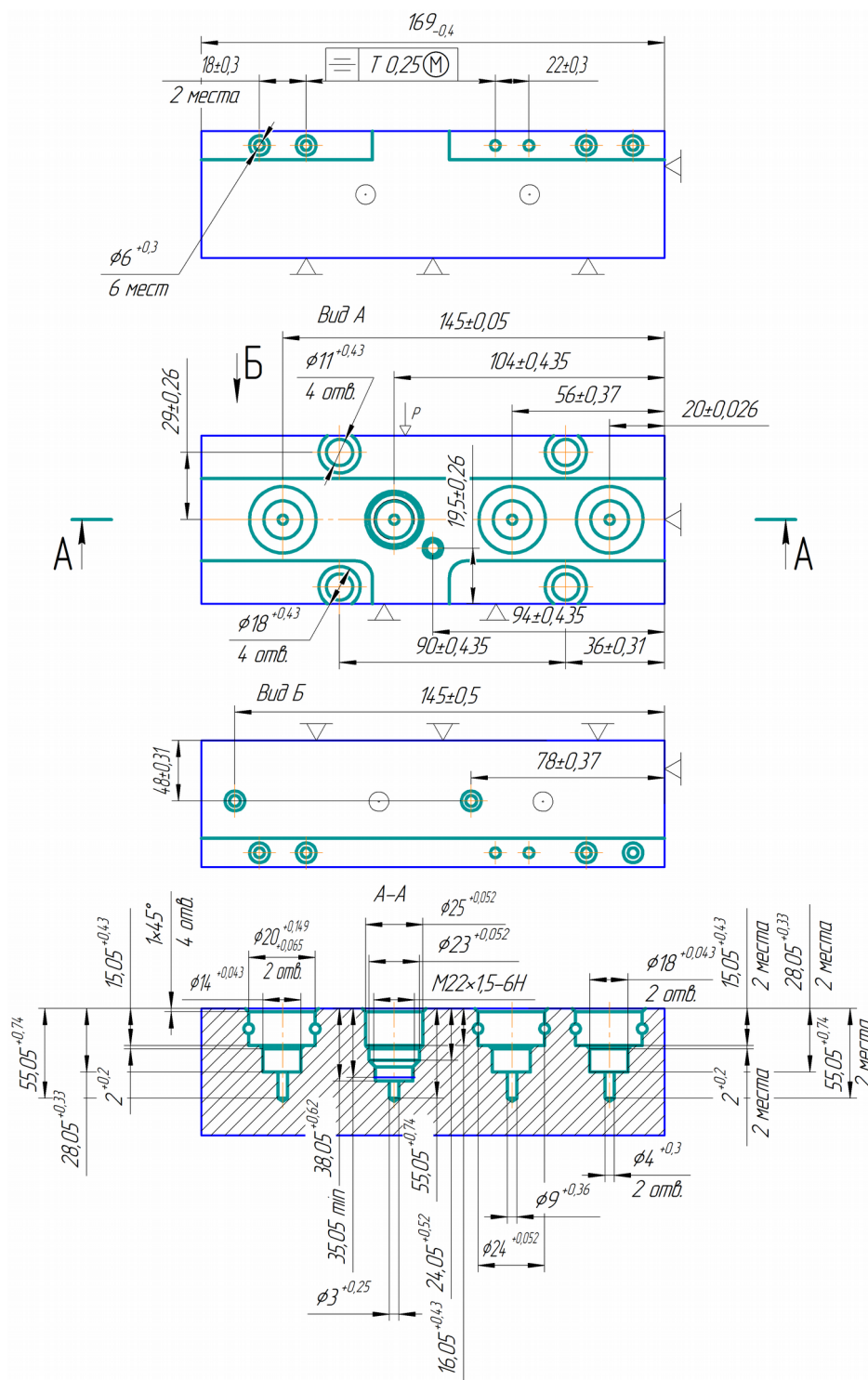


Рисунок 1.2 Схема базирования для 020 операции

030 Фрезерная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по плоским поверхностям, заготовка устанавливается в приспособление с упором в торец. Закрепление заготовки осуществляется прижимами.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Двойная опорная база (торец детали) лишает заготовку 2 степеней свободы. Шестой степени свободы заготовка будет лишена за счет опорной базы (торец приспособления).

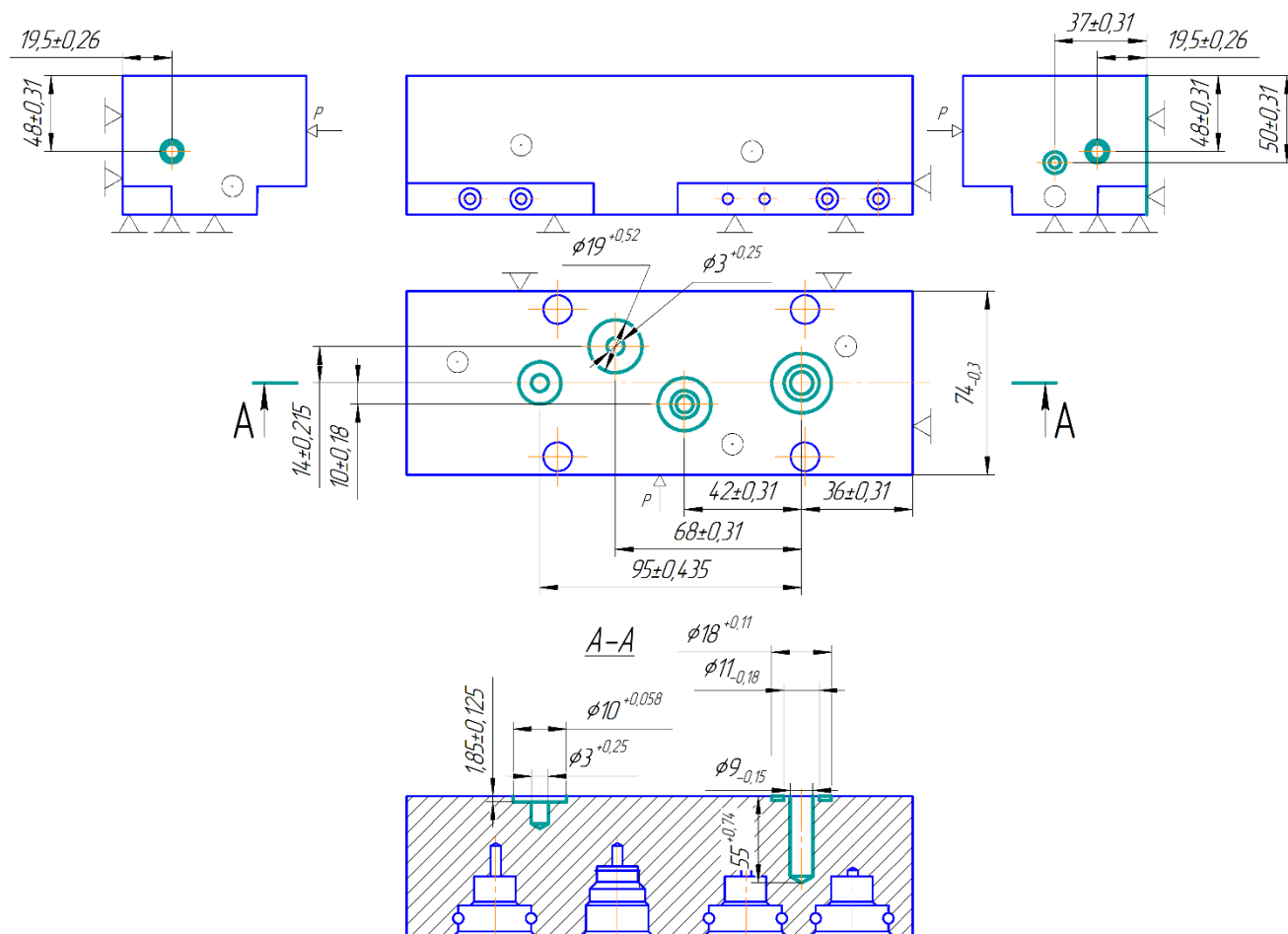


Рисунок 1.3 Схема базирования для 030 операции

Погрешность базирования не равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы не совпадают.

Расчет на точность предполагает анализ погрешностей, возникающих при установке заготовки в приспособлении. При этом сравниваются фактическая $\epsilon_{\Phi}^{\square}$ и допустимая $\epsilon_{\text{доп}}^{\square}$ погрешности установки заготовки по следующей зависимости:

$$\epsilon_{\Phi}^{\square} \leq \epsilon_{\text{доп}}^{\square}, \quad (1.4)$$

Зависимость для расчёта $\epsilon_{\Phi}^{\square}$ будет иметь следующий вид:

$$\epsilon_{\Phi}^{\square} = \sqrt{\epsilon_B^2 + \epsilon_3^2}, \quad (1.5)$$

где ϵ_B^{\square} – погрешность базирования заготовки в приспособлении;
 ϵ_3^{\square} – погрешность закрепления заготовки в приспособлении.

При установке заготовки в проектируемом приспособлении конструкторская база (верхняя плоскость детали) не совпадает с технологической базой (нижняя плоскость детали). Следовательно, при установке заготовки в приспособлении будет возникать погрешность базирования (погрешность расположения оси отверстия относительно конструкторской базы)

В этом случае погрешность базирования заготовки ε_B^\square будет равна допуску на высоту детали.

Согласно чертежу детали высота детали составляет 83h12(-0,35) мм. Однако расчет погрешности установки в приспособлении на данной операции показал превышение расчетного значения погрешности сравнительно с допуском на исполняемый размер. Поэтому было принято решение ужесточить допуск на высоту детали до 10-го качества:

$$S_{MAX}^\square = T_{83h10} = 0,14, (1.6) \\ \varepsilon_B^\square = S_{MAX}^\square = 0,14 \text{ мм.}$$

Погрешность закрепления ε_3^\square заготовки в приспособлении в данном случае можно принять равной нулю, так как направление вектора зажима не совпадает с направлением выполняемого размера.

$$\varepsilon_\Phi^\square = \sqrt{0,14^2 + 0^2} = 0,14 \text{ мм,}$$

Расчет допустимой погрешности $\varepsilon_{доп}^\square$ установки заготовки в приспособление выполняется по следующей зависимости:

$$\varepsilon_{доп}^\square = \sqrt{(T - \Delta_{пр}^\square)^2 - \tau^2}, (1.7)$$

где T – величина допуска на выполняемый размер;

$\Delta_{пр}^\square$ – погрешность размера, связанная с приспособлением;

τ – погрешность размера, связанная с методом обработки.

Поскольку за один установ на данной операции выполняются несколько размеров, расчет произведем для размера с наименьшим допуском, предполагая что, для всех размеров с большим допуском, значение допустимой погрешности $\varepsilon_{доп}^\square$ будет больше. Допуск выполняемого размера отклонения $T_{48\pm0,31} = 0,62$ мм

Величина $\Delta_{пр}^\square$ определяется следующим образом:

$$\Delta_{пр}^\square = \Delta_{пр1}^\square + \Delta_{пр2}^\square, (1.8)$$

где $\Delta_{пр1}^\square$ – погрешность изготовления приспособления;

$\Delta_{пр2}^\square$ – погрешность установки приспособления на станке.

Погрешность $\Delta_{пр1}^\square$ можно принять равной 1/3 от допуска на выполняемый размер. Допуск размера равен $T_{83h12} = 0,14$. Тогда $\Delta_{пр1}^\square = 0,04$ мм.

Погрешность $\Delta_{пр2}^\square$ согласно рекомендациям технической литературы для деталей нормальной точности может быть принята равной 0,02 мм.

$$\Delta_{пр}^\square = 0,04 + 0,02 = 0,06 \text{ мм.}$$

Погрешность τ , связанная с методом обработки соответствует точности обработки на станке, для которого проектируется приспособление. Для принятого на данной операции станка по ГОСТ 17734-88 составляет 16 мкм. Следовательно, величина τ может быть принята равной 0,016 мм.

$$\varepsilon_{доп}^\square = \sqrt{(0,62 - 0,06)^2 - 0,016^2} = 0,56 \\ \varepsilon_\Phi^\square = 0,14 < \varepsilon_{доп}^\square = 0,56$$

Заданная точность при выбранной схеме установки на данной операции будет обеспечена.

040 Токарная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по плоским и цилиндрическим поверхностям, заготовка устанавливается в приспособление на пальцы с упором в торец. Закрепление заготовки осуществляется прижимами.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Опорная база (отверстие) лишает заготовку 2 степеней свободы. Шестой степени свободы заготовка будет лишена за счет опорной базы (второе отверстие).

Погрешность базирования не равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы не совпадают.

Расчет на точность предполагает анализ погрешностей, возникающих при установке заготовки в приспособлении. При этом сравниваются фактическая $\varepsilon_{\Phi}^{\square}$ и допустимая $\varepsilon_{\text{доп}}^{\square}$ погрешности установки заготовки по следующей зависимости:

$$\varepsilon_{\Phi}^{\square} \leq \varepsilon_{\text{доп}}^{\square}, \quad (1.4)$$

Зависимость для расчёта $\varepsilon_{\Phi}^{\square}$ будет иметь следующий вид:

$$\varepsilon_{\Phi}^{\square} = \sqrt{\varepsilon_{\text{Б}}^2 + \varepsilon_{\text{З}}^2}, \quad (1.5)$$

где $\varepsilon_{\text{Б}}^{\square}$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении;
 $\varepsilon_{\text{З}}^{\square}$ – погрешность закрепления заготовки в приспособлении.

При установке заготовки в проектируемом приспособлении конструкторская база (верхняя плоскость детали) не совпадает с технологической базой (нижняя плоскость детали). Следовательно, при установке заготовки в приспособлении будет возникать погрешность базирования (погрешность расположения оси отверстия относительно конструкторской базы)

В этом случае погрешность базирования заготовки $\varepsilon_{\text{Б}}^{\square}$ будет равна допуску на высоту детали.

Согласно чертежу детали высота детали составляет 83h12(-0,35) мм. Однако расчет погрешности установки в приспособлении на данной операции показал превышение расчетного значения погрешности сравнительно с допуском на исполняемый размер. Поэтому было принято решение ужесточить допуск на высоту детали до 10-го квалитета:

$$S_{\text{MAX}}^{\square} = T_{83h10} = 0,14, \quad (1.6)$$

$$\varepsilon_{\text{Б}}^{\square} = S_{\text{MAX}}^{\square} = 0,14 \text{ мм.}$$

Погрешность закрепления $\varepsilon_{\text{З}}^{\square}$ заготовки в приспособлении в данном случае можно принять равной нулю, так как направление вектора зажима не совпадает с направлением выполняемого размера.

$$\varepsilon_{\Phi}^{\square} = \sqrt{0,14^2 + 0^2} = 0,14 \text{ мм,}$$

Расчет допустимой погрешности $\varepsilon_{\text{доп}}^{\square}$ установки заготовки в приспособление выполняется по следующей зависимости:

$$\varepsilon_{\text{доп}}^{\square} = \sqrt{(T - \Delta_{\text{пр}}^{\square})^2 - \tau_{\square}^2}, \quad (1.7)$$

где T – величина допуска на выполняемый размер;

$\Delta_{\text{пр}}^{\square}$ – погрешность размера, связанная с приспособлением;

τ – погрешность размера, связанная с методом обработки.

Поскольку за один установ на данной операции выполняются несколько размеров, расчет произведем для размера с наименьшим допуском, предполагая что, для всех размеров с большим допуском, значение допустимой погрешности $\varepsilon_{\text{доп}}^{\square}$ будет больше. Допуск выполняемого размера отклонения $T_{23\pm 0,26} = 0,52$ мм

Величина $\Delta_{\text{пр}}^{\square}$ определяется следующим образом:

$$\Delta_{\text{пр}}^{\square} = \Delta_{\text{пр1}}^{\square} + \Delta_{\text{пр2}}^{\square}, (1.8)$$

где $\Delta_{\text{пр1}}^{\square}$ – погрешность изготовления приспособления;

$\Delta_{\text{пр2}}^{\square}$ – погрешность установки приспособления на станке.

Погрешность $\Delta_{\text{пр1}}^{\square}$ можно принять равной 1/3 от допуска на выполняемый размер. Допуск размера равен $T_{83h12} = 0,14$. Тогда $\Delta_{\text{пр1}}^{\square} = 0,04$ мм.

Погрешность $\Delta_{\text{пр2}}^{\square}$ согласно рекомендациям технической литературы для деталей нормальной точности может быть принята равной 0,02 мм.

$$\Delta_{\text{пр}}^{\square} = 0,04 + 0,02 = 0,06 \text{ мм.}$$

Погрешность τ , связанная с методом обработки соответствует точности обработки на станке, для которого проектируется приспособление. Для принятого на данной операции станка по ГОСТ 17734-88 составляет 16 мкм. Следовательно, величина τ может быть принята равной 0,016 мм.

$$\varepsilon_{\text{доп}}^{\square} = \sqrt{(0,52 - 0,06)^2 - 0,016^2} = 0,46$$

$$\varepsilon_{\text{ф}} = 0,14 < \varepsilon_{\text{доп}}^{\square} = 0,46$$

Заданная точность при выбранной схеме установки на данной операции будет обеспечена.

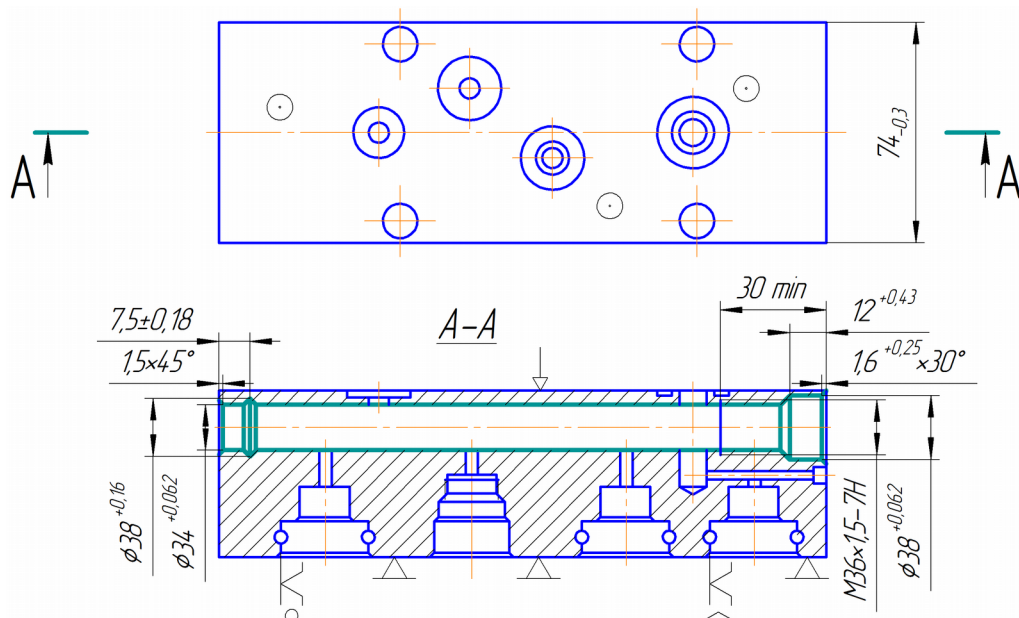


Рисунок 1.4 Схема базирования для 040 операции

055 Шлифовальная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по плоским поверхностям, заготовка устанавливается на магнитное приспособление. Закрепление заготовки осуществляется фрикционными силами.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Остальных степеней свободы заготовка будет лишена за счет фрикционных связей.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

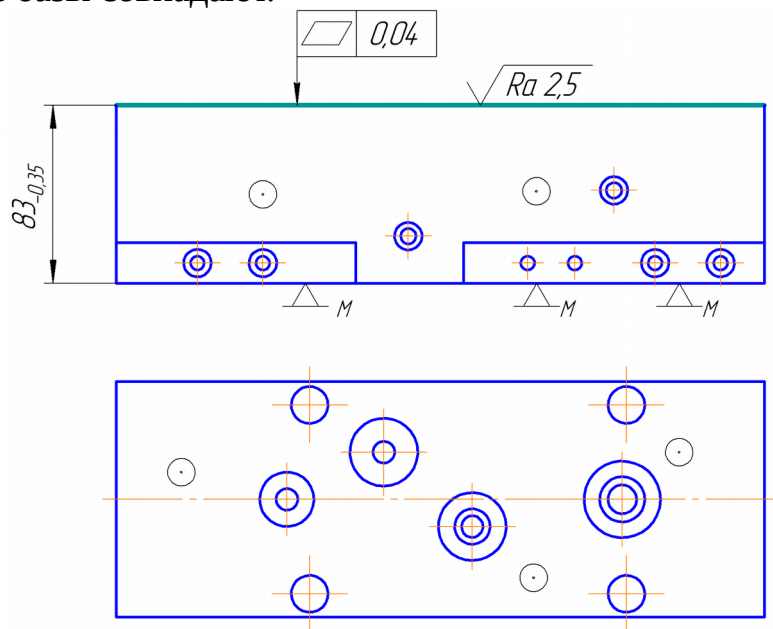


Рисунок 1.5 Схема базирования для 055 операции

1.1.8 Выбор средств технологического оснащения

1.1.8.1 Выбор оборудования

Для первой фрезерной операции используем широкоуниверсальный станок модели 67K25ПР. Краткая техническая характеристика согласно [12] представлена в табл. 1.9.

Таблица 1.9 - Техническая характеристика станка

Параметр	Значение
Размеры рабочей поверхности горизонтального стола (съёмный), мм	800x320
Размеры рабочей поверхности вертикального стола (салазок), мм	630x250
Наибольший продольный ход (ось x), мм	400
Наибольший вертикальный ход (ось z), мм	440
Наибольший поперечный ход (ось y), мм	320
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до рабочей поверхности горизонтального стола, мм	52...592
Расстояние от торца вертикального шпинделя до рабочей	7...497

поверхности горизонтального стола, мм	
Расстояние от передней кромки горизонтального стола до оси вертикального шпинделя, мм	0...320
Мощность главного двигателя, кВт	3
Обороты инструмента, об/мин	
Горизонтальный шпиндель	63...3150
Вертикальный шпиндель	90...4500
Мах. Допустимый крутящий момент, нм	
Горизонтальный шпиндель	230
Вертикальный шпиндель	60
Переключение оборотов инструмента	Ручное 18 скоростей
Скорости рабочих подач, м м/мин	10...1250
Скорость ускоренных перемещений, м/мин	1,8
Поворот оси вертикального шпинделя (в продольной плоскости)	±90
Ход гильзы вертикального шпинделя, мм	60
Концы шпинделей по DIN2080	Sk (40)
Зажим-отжим инструмента	Механизированный
Габаритные размеры, мм	1685x1655x1865
Масса, кг	165



Рисунок 1.6 – Внешний вид станка 67K25ПР

Для фрезерных операций используем вертикально-фрезерный станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo. Краткая техническая характеристика согласно [13] представлена в табл. 1.10.

Таблица 1.10 - Техническая характеристика станка

Параметр	Значение
Рабочая зона (X/Y/Z), мм	735 / 650 / 560
Конус шпинделя	SK40
Инструментальный магазин, шт	30
Система управления	Heidenhain iTNC 530 HSCI
Мотор-шпиндель переменного тока, об/мин	14000
Мощность привода, кВт	25
Величина подачи (X/Y/Z), м/мин	50
Мощность подачи (X/Y/Z), кН	7 / 13 / 10
Нагрузка стола, кг	600



Рисунок 1.7 – Внешний вид станка DMU 80 eVo

Для токарных операций выбираем токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000. Краткая техническая характеристика согласно [14] представлена в табл. 1.11.

Таблица 1.11 - Техническая характеристика станка

Параметр	Значение
Наибольший диаметр устанавливаемой детали, мм	800
Диаметр обточки, максимальный, мм	600
Число позиций револьверной головки	12
Тип инструментальных оправок в револьверной головке	VDI 50
Система управления	Operate 4.5 на базе SIEMENS 840D
Мощность шпинделя, кВт	45
Мощность подачи (X/Y/Z), кН	7,5 / 7,5 / 10
Максимальный крутящий момент, Нм	770
Диаметр 3-х кулачкового патрона, мм	315
Максимальное число оборотов шпинделя, об/мин	4000
Скорость вращения приводного инструмента, об/мин	10000



Рисунок 1.8 – Внешний вид станка CTX beta 2000

Для шлифовальной операции используем плоскошлифовальный станок модели ЗГ71. Краткая техническая характеристика согласно [15] представлена в табл. 1.12.

Таблица 1.12 - Техническая характеристика станка

Параметр	Значение
Основные параметры	
Класс точности по ГОСТ 8-82	В
Наибольшие размеры обрабатываемых изделий (длина x ширина x высота), мм	630 x 200 x 320
Расстояние от оси шпинделя до зеркала стола, мм	80...445
Механизм поперечной подачи стола	
Цена деления лимба маховика поперечного перемещения стола, мм	0,05
Перемещение суппорта за один оборот маховика, мм	6
Цена деления лимба микрометрической подачи поперечного перемещения стола, мм	0,01
Автоматическая поперечная подача на каждый ход стола, мм	0,2...4,0
Шлифовальная головка	
Наибольшее вертикальное перемещение шлифовальной головки, мм	365
Скорость ускоренного вертикального перемещения шлифовальной головки, м/мин	0,27
Размеры шлифовального круга, мм	250 x 32 x 76
Частота вращения шлифовального, об/мин	2680
Цена деления лимба маховика вертикального перемещения, мм	0,001

Продолжение таблицы 1.12

Параметр	Значение
Автоматическая подача вертикального перемещения (ступенчатая с шагом 0,005), мм	0,005...0,05
Перемещение шлифовальной головки за один оборот маховика, мм	0,125
Электрооборудование и привод станка	
Электродвигатель привода шпинделя, кВт	2,2
Общая установленная мощность всех электродвигателей, кВт	3,685
род тока питающей сети	50Гц, 380/220 В
Габариты и масса станка	
Габарит станка (длина x ширина x высота), мм	1870x1550x1980
Масса станка, кг	2000



Рисунок 1.9 – Внешний вид станка 3Г71

1.1.8.2 Выбор технологической оснастки

Выбор оснастки и инструментов для проектируемого технологического процесса также производится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метода обработки поверхности или сочетания поверхностей, точности и шероховатости поверхностей, типа производства.

Приспособления и инструменты приняты согласно рекомендациям [15], [16], [17], [18], [19], [20] и представлены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Средства технологического оснащения

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
010	1	Приспособление многопозиционное специальное.
	2	Фреза 1P360-2540-ХА (z=6) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 25 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89
	3	Фреза 1P360-2540-ХА (z=6) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 25 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89
	4	Фреза 1P360-2540-ХА (z=6) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 25 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89
020	1	Приспособление специальное с пневмоприводом.
	2	Фреза R390-020A20-11М (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Пластина R390-11 Т3 08М-ММ фирмы SandvikCoromant; Патрон цанговый А2В14-40 40 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89
	3	Сверло, центровочное сверло, цельное, форма А DIN/ISO (DRLCTRSA) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3020052 фирмы SandvikCoromant;
	4	Сверло R840-1100-70-А1А фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 16 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	5	Фреза 2P342-0953-СМА (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89

Номер операци и	Номер перехода	Оснастка
		Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90

Продолжение таблицы 1.13

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
020	7	Сверло R840-0600-70-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	8	Фреза A326R08-M3502012-CH (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3016050 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88
	10	Фреза A326R08-M3502012-CH (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3016050 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88
	12	Сверло R840-0900-70-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 10 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	13	Фреза 2P370-0794-PB (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	14	Фреза 2P370-0794-PB (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	15	Развертка ФЮРА.310359.008.000 Хвостовик специальный Пробка 8133-0928 H9 ГОСТ 14810-69 Пробка 8133-0934 D10 ГОСТ 14810-69
	16	Фреза 1P360-1200-XA (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89

Номер операци и	Номер перехода	Оснастка
		Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90

Продолжение таблицы 1.13

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
020	17	Фреза 1P360-1200-ХА (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	18	Развертка специальная комбинированная Хвостовик специальный Пробка 8133-0932 Н9 ГОСТ 14810-69 Пробка 8133-0938 Н9 ГОСТ 14810-69
	19	Сверло R840-1200-70-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	20	Фреза 2P370-0794-РВ (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	21	Фреза 1P360-1200-ХА (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	22	Резьбофрезер Т300-ХМ101DA-M22 фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Резьбовая пробка 8221-1086 ГОСТ 17757-72
	23	Фреза 2P370-0794-РВ (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90

Номер операци и	Номер перехода	Оснастка
	24	Фреза 2P370-0794-PB (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90

Продолжение таблицы 1.13

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
020	25	Развертка специальная комбинированная Хвостовик специальный Пробка 8133-0936 Н9 ГОСТ 14810-69 Пробка 8133-0939 Н9 ГОСТ 14810-69
	26	Сверло R840-0400-50-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	27	Фреза 1P240-0350-ХА (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	29	Сверло R840-0400-50-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 10 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	30	Сверло R840-0400-50-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	31	Фреза 1P240-0350-ХА (z=4) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
030	1	Приспособление специальное с пневмоприводом.
	2	Сверло, центровочное сверло, цельное, форма А DIN/ISO (DRLCTRSA) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3020052 фирмы SandvikCoromant;
	3	Сверло R840-0900-30-W0A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90

Продолжение таблицы 1.13

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
030	4	Фреза 1P221-0350-ХА (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	5	Сверло R840-0300-50-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон Weldon А2В20-40 6 100 фирмы Sandvik Coromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	6	Фреза 1P221-0250-ХА (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	7	Сверло R840-1200-70-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	8	Фреза 1P221-0350-ХА (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 16 100 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	10	Сверло 861.1-0400-048A1-GM фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 10 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	11	Фреза 1P221-0350-ХА (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 10 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90

Продолжение таблицы 1.13

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
030	12	Сверло 861.1-0600-048A1-GM фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 0 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	13	Фреза 1P221-0350-ХА (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 10 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	15	Сверло специальное ружейное ø6 мм; Патрон цанговый A2B14-40 10 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	16	Фреза 1P221-0350-ХА (z=3) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 10 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
040	1	Приспособление специальное.
	2	Сверло 870-3100-31LX125-8 фирмы SandvikCoromant; Пластина 870-3300-31-PM фирмы SandvikCoromant; Патрон Weldon C8-391.20-40 110 фирмы Sandvik Coromant; Хвостовик C8-NC3000-V50-100 фирмы Sandvik Coromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	3	Державка A25T-SCLCR 09HP-R фирмы SandvikCoromant; Пластина CСMT 09 T3 08-MF фирмы SandvikCoromant; Переходник C6-131-00098-25 фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C6-NC3000-V50-070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89

Номер операци и	Номер перехода	Оснастка
		Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90

Продолжение таблицы 1.13

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
040	4	Державка A25T-SCLCR 09HP-R фирмы SandvikCoromant; Пластина CCMT 09 T3 08-MF фирмы SandvikCoromant; Переходник C6-131-00098-25 фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C6-NC3000-V50-070 фирмы SandvikCoromant; Пробка 8133-0948 H9 ГОСТ 14810-69
	5	Метчик T300-XM101DA-M36 фирмы Sandvik Coromant; Вставка для метчиков с предохранительной муфтой 393.03-SES3 D180X140 фирмы SandvikCoromant; Резьбовая пробка 8221-1127 ГОСТ 17757-72
	6	Державка C4-SSKCR-13080-09 фирмы SandvikCoromant; Пластина SCMT 09 T3 08-MR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШЦ-1-200-0,01 ГОСТ 162-90
	9	Державка специальная; Пластина специальная; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88
055	2	Шлифовальный ПП 250х32х76 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. круг ГОСТ 2424-83 Штангенциркуль ШЦЦ-1-200-0,01 ГОСТ 166-89 Приспособление специальное для контроля плоскостности

1.1.9 Расчёт припусков на механическую обработку

На поверхности диаметром 34Н9 мм на участке длиной 165 мм от торца будет производиться расточка в тот же размер. Поскольку при обработке необходимо выдержать необходимую точность (9 квалитет) и шероховатость (Ra 2,5), весь допуск для данной поверхности дан в «плюс».

Расчет припусков на поверхность диаметром 34Н9 производим аналитическим методом. Аналитический метод позволяет учесть шероховатость поверхности, неровности заготовки и погрешность ее установки на операции.

Поскольку допуск данной поверхности относится приблизительно к 7 качеству точности, согласно рекомендациям [4, стр., 201] необходимо назначить следующую последовательность обработки:

- растачивание предварительное (получистовое);
- растачивание чистовое;
- растачивание тонкое.

Точность изготовления выбранного метода получения заготовки позволяет опустить черновую обработку заготовки. Для достижения требуемого параметра шероховатости ($R_a 2,5$) предпочтительна окончательная обработка развертыванием, однако для рассматриваемой детали данный вид обработки применить будет затруднительно. Поэтому окончательный этап обработки заготовки – тонкое растачивание. Для данного вида работ необходимо будет предусмотреть применение высокоточного оборудования.

Расчет припусков аналитическим методом производим согласно рекомендациям [7, стр. 62-95].

Все расчеты сведен в таблицу 1.14.

Таблица 1.14 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности диаметром 34Н9

Технологический маршрут обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск на изготовление, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	$E_{уст}$				D_{\max}	D_{\min}	$2z_{\max}^{np}$	$m \in \overset{np}{\underset{i}{i}}$ $2z_i$
Прокат	200	300	119	0	-	-	1600	-	-	-	-
Сверление	100	100	6	0	1238	33,44	250	33,25	33,00	-	-
Растачивание предварительное	50	50	5	0	412	33,852	160	33,85	33,69	0,690	0,600
Растачивание чистовое	30	30	1	0	210	34,062	62	34,062	34,000	0,310	0,212

Технологический маршрут обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск на изготовление, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	$E_{уст}$				D_{\max}	D_{\min}	$2z_{\max}^{np}$	$m \in \overset{np}{\underset{z_i}{i}}$
Итого:										1,000	0,812

Определяем качество поверхности:

- для заготовки $R_z=200 \text{ мкм}; T=300 \text{ мкм}$ ([7], табл. 27);
- для сверления $R_z=100 \text{ мкм}; T=100 \text{ мкм}$ ([7], табл. 30);
- для предварительного растачивания $R_z=50 \text{ мкм}; T=50 \text{ мкм}$ ([7], табл. 30);
- для чистового растачивания $R_z=30 \text{ мкм}; T=30 \text{ мкм}$ ([7], табл. 30).

Пространственные отклонения:

$$\rho_0 = \sqrt{C_0^2 + (\Delta_k \cdot l)^2}, (1.9)$$

где Δ_k – удельный увод сверла $\Delta_k = 0,7 \text{ мкм/мм}$ ([7], табл. 35);

C_0^{\square} – смещение оси отверстия, $C_0^{\square} = 30 \text{ мкм}$ ([7], табл. 35);

l – длина заготовки, $l = 165 \text{ мм}$;

$$\rho_0 = \sqrt{30^2 + (0,7 \cdot 165)^2} = 119 \text{ мкм}$$

Величину остаточных общих пространственных отклонений после выполнения механической обработки находим по формуле:

$$\rho_{0cm} = \rho_0 \cdot k_y, (1.10)$$

где ρ_{0cm} – остаточная кривизна, мкм.;

k_y – коэффициент уточнения;

Для сверления $k_y = 0,05$.

Для предварительного растачивания $k_y = 0,04$.

Для чистового растачивания $k_y = 0,005$.

$$\rho_{0cm1} = 119 \cdot 0,05 \approx 6 \text{ мкм},$$

$$\rho_{0cm2} = 119 \cdot 0,04 \approx 5 \text{ мкм},$$

$$\rho_{0cm3} = 119 \cdot 0,005 \approx 1 \text{ мкм}.$$

Определяем погрешность установки при базировании в приспособлении:

$$\varepsilon_y = 0,$$

Определяем расчетные величины припусков по всем технологическим переходам по формуле:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((R_{zi-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_{\text{ycm}.i}^2} \right), (1.11)$$

где R_{zi-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм;

h_{i-1} – глубина дефектного слоя на предшествующем переходе, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное значение пространственных отклонений на предшествующем переходе, мкм.

$E_{\text{ycm}.i}$ – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для сверления:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((200 + 300) + \sqrt{119^2 + 0^2} \right) = 1238 \text{ мкм}.$$

Для предварительного растачивания:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((100 + 100) + \sqrt{6^2 + 0^2} \right) = 412 \text{ мкм}.$$

Для чистового растачивания:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((50 + 50) + \sqrt{5^2 + 1^2} \right) = 210 \text{ мкм}.$$

В графу «Расчетный размер» расчетной таблицы записываем для конечного перехода (тонкое растачивание) предельный размер по чертежу.

$$D_{p3} = 34,062 \text{ мм}.$$

Последовательно определяем расчетные размеры для каждого предшествующего перехода.

Расчетный размер для предварительного растачивания:

$$D_{p2} = 34,062 - 0,210 = 33,852 \text{ мм}.$$

Расчетный размер для сверления:

$$D_{p1} = 33,852 - 0,412 = 33,44 \text{ мм}.$$

Поскольку заготовка прокат, то отверстие в заготовке не выполняется.

Определяем наибольшие предельные размеры, округляя расчетные размеры. Данные сводим в таблицу.

Определяем наибольшие предельные размеры:

$$D_{\min} = D_{\max i} - T_i, (1.12)$$

где T_i – допуск на выполняемом переходе, мм.

Наибольший предельный размер для чистового растачивания:

$$D_{\max 3} = 34,062 - 0,062 = 34,000 \text{ мм}.$$

Наибольший предельный размер для предварительного растачивания:

$$D_{\max 2} = 33,85 - 0,160 = 33,69 \text{ мм}.$$

Наибольший предельный размер для сверления:

$$D_{\max 1} = 33,44 - 0,25 = 33,19 \text{ мм}.$$

Поскольку сверла подбираются из стандартизированной номенклатуры, выбираем для данного перехода сверло $\varnothing 33,325$ мм (согласно рекомендациям [12]). Поэтому наибольший предельный размер для сверления принимаем:

$$D_{\max 1} = 33,00 \text{ мм}.$$

Насчетный размер для сверления:

$$D_{p1} = 33,00 + 0,250 = 33,25 \text{ мм}.$$

Определяем наибольшие предельные значения припусков:

$$2z_{m \in 1}^{np} = 34,000 - 33,69 = 0,310 \text{ мм},$$

$$2z_{m \in 2}^{np} = 33,69 - 33,00 = 0,690 \text{ мм},$$

Определяем наименьшие предельные значения припусков:

$$2z_{max1}^{np} = 34,062 - 33,85 = 0,212 \text{ мм},$$

$$2z_{max2}^{np} = 33,85 - 33,25 = 0,600 \text{ мм},$$

Определяем общие припуски:

$$2z_{max}^{np} = 2z_{max1}^{np} + 2z_{max2}^{np}, \quad (1.13)$$

$$2z_{max}^{np} = 0,310 + 0,690 = 1 \text{ мм},$$

$$m \in \dot{z}^{np} = 2z_{m \in 1}^{np} + 2z_{m \in 2}^{np}, \quad (1.14)$$

$$2z_{\dot{z}}$$

$$m \in \dot{z}^{np} = 0,212 + 0,600 = 0,812 \text{ мм}.$$

$$2z_{\dot{z}}$$

Проведем проверку:

$$m \in \dot{z}^{np} = T_{заг} - T_{\partial}, \quad (1.15)$$

$$2z_{max}^{np} - 2z_{\dot{z}}$$

$$1,000 - 0,812 = 0,250 - 0,062,$$

$$0,188 = 0,188.$$

Условие выполняется, следовательно, расчеты выполнены верно.

1.1.10 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания веду по [15], [21, стр. 261-274, 276-291, 300-303].

Подробный расчет производим для операции 010 переход 2: «Фрезеровать 2 поверхности в размеры 84,5h12 мм, 166,5h12 мм».

Выбираем «деталь» - «не вращающаяся» - «плоская поверхность и уступ» - «плоская поверхность». Вводим данные операции:

Глубина элемента обработки – 2,5 мм. (На переходе обрабатываются 2 поверхности, беру наибольший из припусков)

Ширина – 85 мм.

Длина – 254 мм (На переходе обрабатываются 2 поверхности, беру длину траектории инструмента).

Результат представлен на рисунке 1.10.

The screenshot shows a software interface for inputting machining parameters. The interface is divided into several sections:

- Left Sidebar:** Contains icons and text for material selection (Low alloy steel, P2.1.Z.AN • 175 HB) and tool selection (Universal tool, 28 kW, 18000 1/min).
- Top Bar:** Shows the current operation type (Flat surface) and the state of the workpiece (Good conditions).
- Main Panel:** Contains input fields for machining parameters:
 - Operation type: Черновая обр...
 - Depth of element processing (DEPTHMF): 2,5 mm
 - Width (WIDTH): 85 mm
 - Length (LENGTH): 254 mm
 - Instrument: (Dropdown menu)
 - Cutting diameter (DC): (Input field)
- 3D Model:** A 3D model of a rectangular workpiece with dimensions LENGTH, WIDTH, and DEPTH indicated.

Рисунок 1.10 – Ввод данных

Материал – выбираем «низколегированная сталь». Результат представлен на рисунке 1.11.

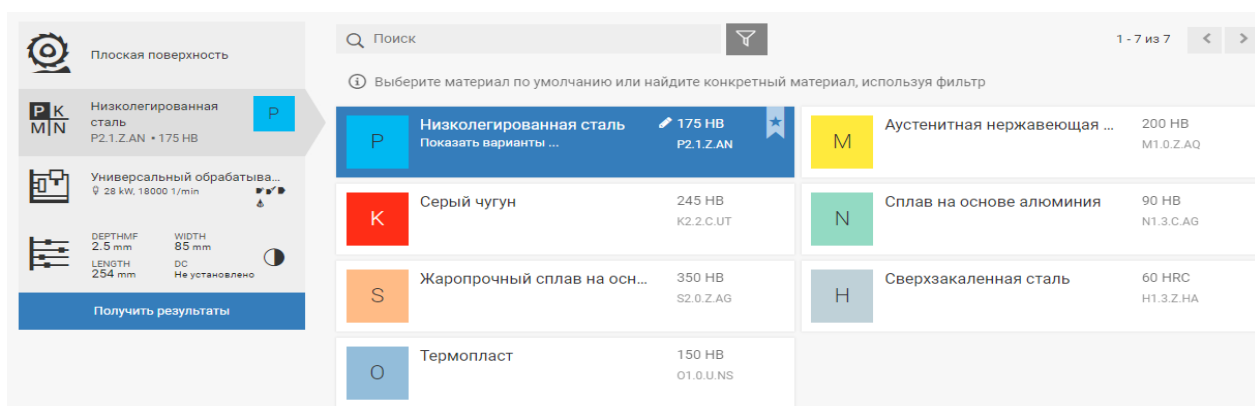


Рисунок 1.11 – Выбор материала

Выбираем «получить результат». Результат представлен на рисунке 1.12.

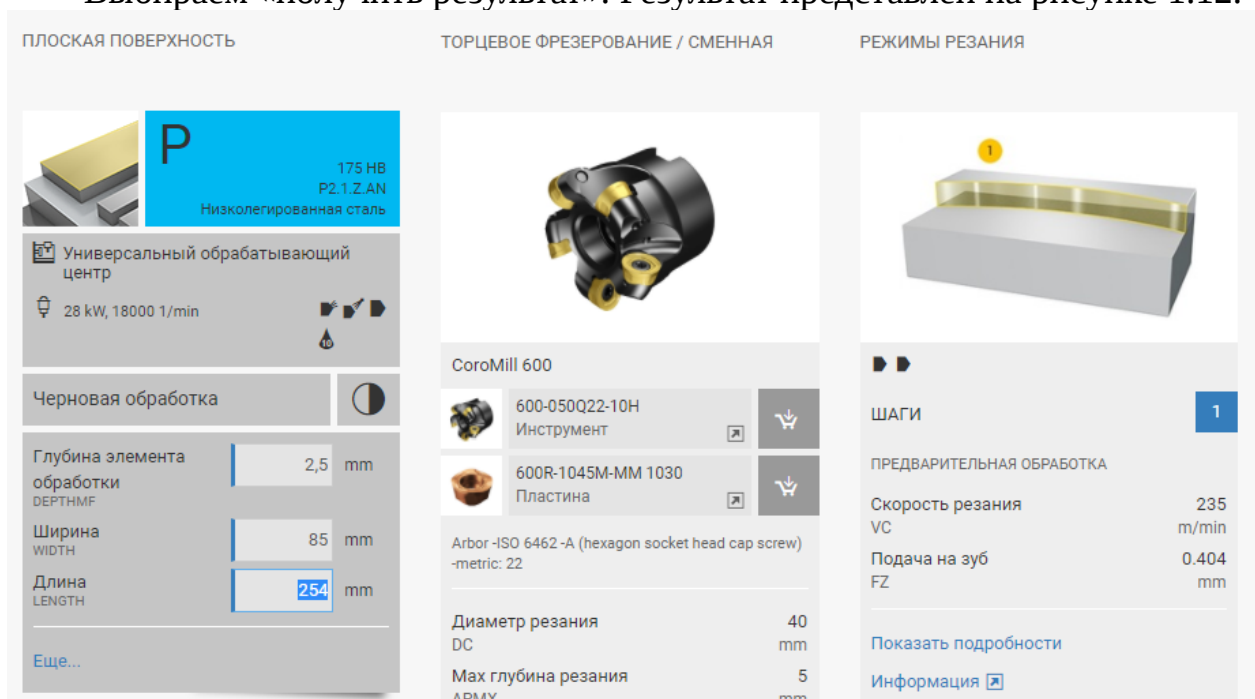


Рисунок 1.12 – Полученный результат

Выбираем «Показать подробности». Результат представлен на рисунке 1.13.

ТОРЦЕВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ / СМЕННАЯ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА ПРОХОДОВ

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ 235

FZ [mm] ПОДАЧА НА ЗУБ 0.404

N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ 1540

VFM [mm/min] ПОДАЧА НА ОБРАБАТЫВАЕМОМ... 3730

AE [mm] ШИРИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ 28.3

AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ 2.5

NOPAE ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AE 3

NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP 1

QQ [cm³/min] СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА 264

PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ 13

ПОЯСНЕНИЕ

1 Предварительная обработка

CoroMill 600

600-050Q22-10H Инструмент

Рисунок 1.13 – Режимы резания

Подробный расчет производим для операции 015 переход 3: «Сверлить 4 отв. Ø11 мм согласно эскизу».

Выбираем «деталь» - «не вращающаяся»-«цилиндрическое отверстие в цельном материале». Вводим данные операции:

Обрабатываемый диаметр – 11 мм.

Глубина элемента обработки – 68 мм.

Результат представлен на рисунке 1.14.

Цилиндрическое отверстие в цельном материале

Низколегированная сталь P2.1.Z.AN • 175 HB

Универсальный высокопроиз... 200 kW, 5000 1/min 200 kW, 500000 1/min

DM 11 mm TCHN H14

Получить результаты

Условия обработки

Стабильность крепления Хорошая стабильность

Хорошие условия

Способность выполнения/ наличие глухих отверстий возможность обработки отверстий

Обрабатываемый диаметр DM 11 mm

Глубина элемента обработки DEPTHMF 68 mm

Точность отверстия TCHN H14

Верхнее отклонение диаметра DTOLU 0.43 mm

Нижнее отклонение диаметра DTOLL 0 mm

ТСНА

Рисунок 1.13 – Ввод данных

Материал – выбираем «нержавеющая сталь». Результат представлен на рисунке 1.14.

Плоская поверхность

Низколегированная сталь P2.1.Z.AN • 175 HB

Универсальный обрабатыва... 28 kW, 18000 1/min

DEPTHMF 2.5 mm WIDTH 85 mm LENGTH 254 mm DC Не установлено

Получить результаты

Поиск

Выберите материал по умолчанию или найдите конкретный материал, используя фильтр

Низколегированная сталь 175 HB P2.1.Z.AN

Серый чугун 245 HB K2.2.C.UT

Жаропрочный сплав на осн... 350 HB S2.0.Z.AG

Термопласт 150 HB O1.0.U.NS

Аустенитная нержавеющая ... 200 HB M1.0.Z.AQ

Сплав на основе алюминия 90 HB N1.3.C.AG

Сверхзакаленная сталь 60 HRC H1.3.Z.HA

Рисунок 1.15 – Выбор материала

Выбираем «получить результат». Результат представлен на рисунке 1.16.

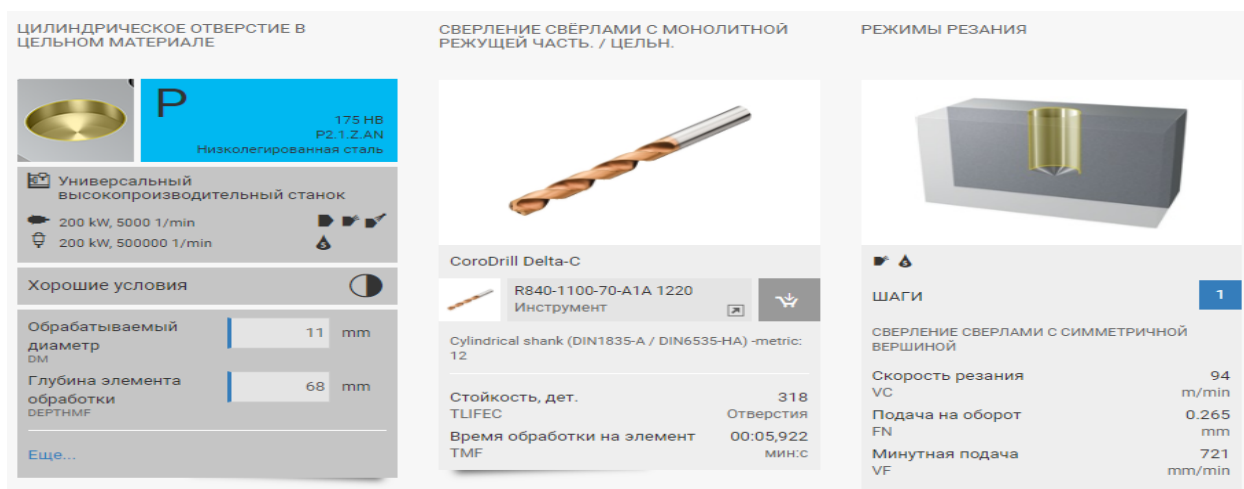


Рисунок 1.16 – Полученные данные

Выбираем «Показать подробности». Результат представлен на рисунке 1.17.

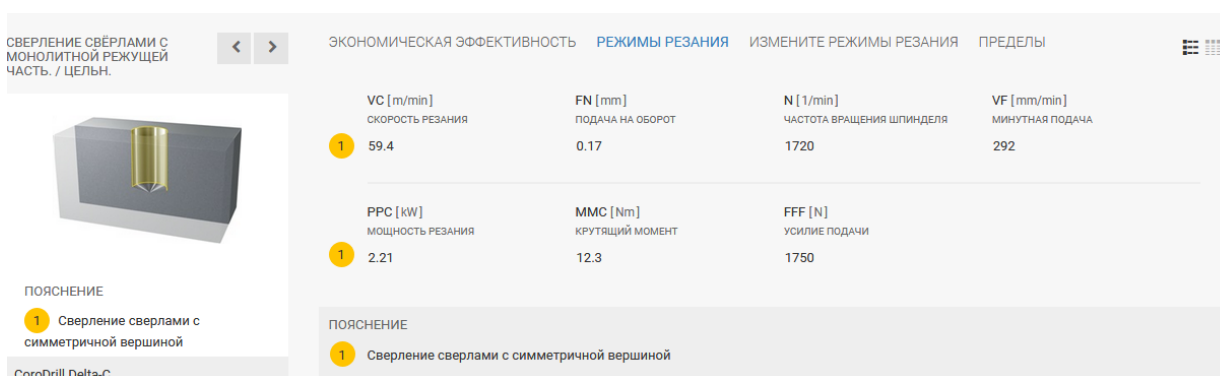


Рисунок 1.17 – Режимы резания

Подробный расчет производим для операции 015 переход 5: «Цековать 4 отв. $\varnothing 18$ мм на глубину 11 мм согласно эскизу».

Выбираем «деталь» - «не вращающаяся»-«карман»-«круглый»-«от предварительного отверстия». Вводим данные операции:

Глубина элемента обработки – 11 мм.

Обрабатываемый диаметр – 18 мм.

Обрабатываемый диаметр – 11 мм.

Результат представлен на рисунке 1.18.

Круглый карман от предварительного отверстия

Низколегированная сталь P2.1.Z.AN • 175 HB

Универсальный обрабатыва...
28 kW, 18000 1/min

DEPTNMF 11 mm DM 18 mm
RE Не установлено REN Не установлено

Получить результаты

Условия обработки

Состояние поверхности заготовки
Предварительно обработанная

Стабильность крепления
Хорошая стабильность

Хорошие условия

Тип операции
СТРТ Черновая обр...

Глубина элемента обработки
DEPTNMF 11 mm

Обрабатываемый диаметр
DM 18 mm

Радиус при вершине
RE mm

Номинальный радиус при вершине
REN mm

Мах радиус при вершине
REX mm

Обрабатываемый диаметр
DMS 11 mm

DMS

Рисунок 1.18 – Ввод данных

Материал – выбираем «нержавеющая сталь». Результат представлен на рисунке 1.19.

Плоская поверхность

Низколегированная сталь P2.1.Z.AN • 175 HB

Универсальный обрабатыва...
28 kW, 18000 1/min

DEPTNMF 2.5 mm WIDTH 85 mm
LENGTH 254 mm DC Не установлено

Получить результаты

Поиск

Выберите материал по умолчанию или найдите конкретный материал, используя фильтр

Низколегированная сталь 175 HB P2.1.Z.AN

Аустенитная нержавеющая ... 200 HB M1.0.Z.AQ

Серый чугун 245 HB K2.2.C.UT

Сплав на основе алюминия 90 HB N1.3.C.AG

Жаропрочный сплав на осн... 350 HB S2.0.Z.AG

Сверхзакаленная сталь 60 HRC H1.3.Z.HA

Термопласт 150 HB O1.0.U.NS

Рисунок 1.19 – Выбор материала

Выбираем «получить результат». Результат представлен на рисунке 1.20.

Круглый карман от предварительного отверстия

Низколегированная сталь P2.1.Z.AN • 175 HB

Универсальный обрабатыва...
28 kW, 18000 1/min

DEPTNMF 11 mm DM 18 mm
RE Не установлено REN Не установлено

Получить результаты

Условия обработки

Состояние поверхности заготовки
Предварительно обработанная

Стабильность крепления
Хорошая стабильность

Хорошие условия

Тип операции
СТРТ Черновая обр...

Глубина элемента обработки
DEPTNMF 11 mm

Обрабатываемый диаметр
DM 18 mm

Радиус при вершине
RE mm

Номинальный радиус при вершине
REN mm

Мах радиус при вершине
REX mm

Обрабатываемый диаметр
DMS 11 mm

DMS

Рисунок 1.20 – Полученные данные

Выбираем «Показать подробности». Результат представлен на рисунке 1.21.



Рисунок 1.21 – Режимы резания

Результат расчетов режимов резания всех переходов и операций сводим в таблицу 1.15.

Таблица 1.15 – Значение режимов резания

№ пере хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	То, мин	Pz, кН	N, кВт
Оп. 010 Фрезерная								
2	Установ А. Фрезеровать 2 поверхности в размеры 84,5h12 мм, 166,5h12 мм.	1,25	0,40	1410	216	0,25	2,27	2,05
3	Установ Б, Фрезеровать 2 поверхности в размеры 75,5h12 мм, 165h12 мм.	1,19	0,2	1610	252	0,89	1,21	2,00
4	Установ В, Фрезеровать 2 поверхности в размеры 83,05h12 мм, 74h12 мм.	0,75	0,49	1450	215	0,21	2,43	1,6
Итого:						1,35	-	
Оп. 020 Фрезерная с ЧПУ								
2	Фрезеровать три уступа по программе	7,5	0,13	4570	287	0,68	1,795	7,42
3	Центровать отверстия по программе.	1,6	0,04	4780	75,1	1,02	0,163	1,2
4	Сверлить 4 отв. ø11 мм согласно эскизу.	5,5	0,17	1720	59,4	0,967	2,277	5,21
5	Цековать 4 отв. ø18 мм на глубину 11 мм согласно эскизу.	3,5	0,04	3530	106	1,32	1,426	3,47

№ пере хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	T _о , мин	P _z , кН	N, кВт
7	Сверлить 6 отв. ø6 мм согласно эскизу.	3	0,14	3210	60,6	0,40	1,07	3,06
8	Фрезеровать 4 фаски в отверстиях согласно эскизу.	2	0,34	1496	94	0,08	0,26	2,4
10	Фрезеровать 4 фаски в отверстиях согласно эскизу.	2	0,34	1496	94	0,08	0,26	2,4
12	Сверлить 2 отв. ø9 мм на длину 55,05 мм согласно эскизу (сечение В)	4,5	0,14	2100	59,4	0,387	1,648	4,6
13	Фрезеровать 2 отв. ø13,5H12 мм на длину 28,05 мм согласно эскизу (сечение В)	0,75	0,05	4030	100	0,25	1,01	0,65

Продолжение таблицы 1.15

№ пере хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	T _о , мин	P _z , кН	N, кВт
14	Фрезеровать 2 отв. $\varnothing 19,5H12$ мм на длину 15,05 мм согласно эскизу (сечение В)	5,25	0,21	3560	89,4	0,15	2,143	5,13
15	Развернуть 2 отв. $\varnothing 14H9$ мм на длину 28,05 мм согласно эскизу (сечение В) совместно с 2 отв. $\varnothing 20D10$ мм на длину 15,05 мм согласно эскизу (сечение В)	0,25	0,18	4690	177	0,06	0,882	0,55
16	Фрезеровать отв. $\varnothing 17,5H12$ мм на длину 28,05 мм согласно эскизу (сечение Г)	0,85	0,04	3920	97,8	0,30	1,001	0,6
17	Фрезеровать отв. $\varnothing 23,5H12$ мм на длину 15,05 мм согласно эскизу (сечение Г)	3,62	0,03	3960	98,7	0,23	1,916	3,09
18	Развернуть отв. $\varnothing 18H9$ мм на длину 28,05 мм совместно с отв. $\varnothing 24H9$ мм на длину 15,05 мм согласно эскизу (сечение Г)	0,25	0,19	4760	190	0,06	0,876	0,2
19	Сверлить отв. $\varnothing 12$ мм на длину 55,05 мм согласно эскизу (сечение К)	6	0,17	1550	58,5	0,22	2,438	6,33
20	Фрезеровать отв. $\varnothing 20H12$ мм на длину 38,05 мм согласно эскизу (сечение К)	1	0,06	3150	98,9	0,27	1,522	1,46
21	Цековать отв. $\varnothing 20,5H10$ мм на длину 38,05 мм согласно эскизу (сечение К)	0,25	0,2	3770	188	0,02	1,296	0,98
22	Нарезать резьбу M22x1,5 на длину 35,05 мм (сечение К)	0,43	0,16	1540	58,5	0,17	1,308	0,25

Продолжение таблицы 1.15

№ пере хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	T _о , мин	P _z , кН	N, кВт
23	Фрезеровать отв. ø22,5H12 мм на длину 24,05 мм согласно эскизу (сечение К)	0,25	0,18	5040	190	0,02	1,134	0,52
24	Фрезеровать отв. ø24,5H12 мм на длину 16,05 мм согласно эскизу (сечение К)	0,75	0,15	3300	166	0,03	1,995	0,41
25	Развернуть отв. ø23H9 мм на длину 24,05 мм совместно с отв. ø25H9 мм на длину 16,05 мм согласно эскизу (сечение К)	0,25	0,18	5040	190	0,06	1,134	0,52
26	Сверлить 2 отв. ø4 мм на глубину 37,05 мм согласно эскизу.	2	0,11	4890	61,5	0,10	0,627	2,63
27	Цековать 2 отв. ø6 мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	0,5	0,03	8240	90,6	0,03	0,317	0,47
29	Сверлить отв. ø4 мм на глубину 25 мм согласно эскизу.	2	0,11	4890	61,5	0,04	0,627	2,63
30	Сверлить отв. ø4 мм на глубину 37 мм согласно эскизу.	2	0,11	4890	61,5	0,05	0,625	2,63
31	Цековать 2 отв. ø6 мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	0,5	0,03	8240	90,6	0,06	0,317	0,47
Итого:						7,04	-	
Оп. 030 Фрезерная с ЧПУ								
2	Центровать отверстия по программе.	1,6	0,04	4780	75,1	0,18	0,163	0,2
3	Сверлить отверстие ø11H12 мм.	5,5	0,14	1720	59,4	0,10	2,05	5,99
4	Сверлить кольцевое отверстие ø18H11 мм.	3,5	0,02	5680	59,4	0,25	0,33	3,32
5	Сверлить отверстие ø3 мм на глубину 10 мм.	1,5	0,11	6560	61,8	0,02	0,465	1,47

Продолжение таблицы 1.15

№ пере хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	T _о , мин	P _z , кН	N, кВт
6	Цековать отверстие ø10H11 мм на глубину 1,85 мм	1,75	0,01	9272	72,8	0,12	0,151	1,18
7	Сверлить отверстие ø12 мм на глубину 55 мм	6	0,17	1550	58,4	0,22	2,442	6,33
8	Сверлить кольцевое отверстие ø22H11 мм на глубину 1,85 мм.	3,5	0,02	5680	59,4	0,30	0,33	3,32
10	Сверлить отверстие ø4 мм на длину 36 мм	2	0,12	2380	29,9	0,13	0,655	2,32
11	Цековать отв. ø6 мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	0,5	0,03	8240	90,6	0,03	0,317	0,47
12	Сверлить отверстие ø6 мм на глубину 98 мм	3	0,12	1440	27,1	0,57	1,016	3,45
13	Цековать отв. ø8 мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	0,33	0,06	9550	150	0,02	0,302	0,74
15	Сверлить отверстие ø6 мм на длину 98 мм	3	0,12	1440	27,1	0,57	1,016	3,45
16	Цековать отв. ø8 мм на глубину 6 мм согласно эскизу.	0,33	0,06	9550	150	0,02	0,302	0,74
Итого:						1,19	-	
Оп. 040 Токарная с ЧПУ								
2	Сверлить отверстие ø33 мм на проход.	16,5	0,09	1490	154	1,28	4,520	13,9
3	Расточить предварительно отверстие ø33,69H11 мм на проход.	0,35	0,18	2420	257	0,73	0,255	1,07
4	Расточить окончательно отверстие ø34H9 мм на проход.	0,16	0,25	2400	257	0,27	0,641	0,69
5	Нарезать резьбу M36x1,5 на длину 30 мм	0,75	1,5	350	94	0,33	0,13	0,2
6	Расточить отверстие ø37,7H12 на длину 12 мм	0,85	0,26	1780	211	0,02	0,693	0,39
7	Цековать отверстие ø38H9 на длину 12 мм	0,15	0,41	1800	215	0,02	0,68	0,39

Продолжение таблицы 1.15

№ пере хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	T _о , мин	P _z , кН	N, кВт
9	Расточить паз и фаски.	1,5	0,25	2400	257	0,14	0,641	1,69
Итого:						4,37	-	
Оп. 055 Шлифовальная								
2	Шлифовать заготовку в размер 83h12	0,05	46,4	764	28,9	2,14	0,424	0,2
Итого:						2,14	-	

1.1.11 Расчет комбинированной развертки

Исходные данные для расчета комбинированной развертки:

диаметр меньшего отверстия $D_1 = \phi 14H9^{(+0,043)}$ мм;

диаметр большего отверстия $D_2 = \phi 20D10^{(+0,149)}_{(+0,065)}$ мм;

длина $l_1 = 13$ мм;

длина $l_2 = 15$ мм;

шероховатость обработанных поверхностей $Ra = 2,5$;

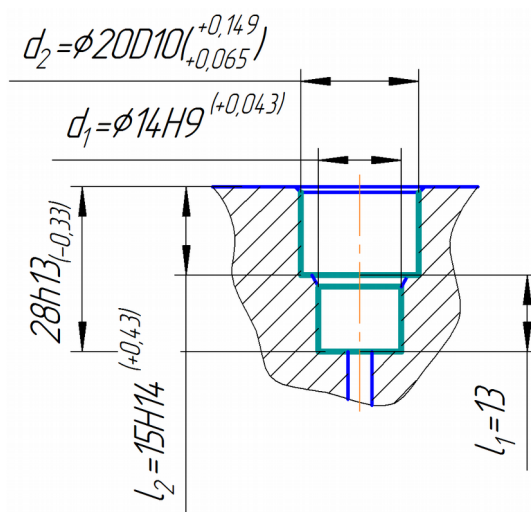


Рисунок 1.22 – Эскиз обработанной поверхности

Для обработки заготовки из материала Сталь 35, рабочую часть разверток изготавливают из быстрорежущей стали марки P6M5, P9, P18, легированной стали марки 9ХС, или твердого сплава марок ВК6, ВК6М, ВК8, ВК10 ([22], стр. 415).

Для обработки заготовки из материала Сталь 35 выбираем материал развертки быстрорежущую сталь P6M5. Быстрорежущая сталь хоть и дороже легированной, но она прослужит дольше и в результате обойдется дешевле менее износостойкой, легированной стали и значительно дешевле твердого сплава. P6M5 имеет хорошую прочность и износостойкость (почти на уровне с

P18, но несколько дешевле) из-за примеси молибдена, что является важным параметром выбора материала для обработки на высоких скоростях.

1.1.11.1 Расчет развертки

Количество зубьев ([23], стр. 90):

$$Z = 1,5 D^{0,5} + (2 \dots 4), (1.16)$$

$$Z_1 = 1,5 \cdot 14^{0,5} + 2 = 8,$$

$$Z_2 = 1,5 \cdot 20^{0,5} + 2 = 9.$$

Для упрощения конструкции, принимаем $Z_1 = Z_2 = 9$.

Длина режущей части ([23], стр. 86):

$$L_p = (1,3 \dots 1,4) \cdot h \cdot \operatorname{ctg} \varphi, (1.17)$$

$\varphi = 15^\circ$ - главный угол в плане,

$h = 0,5$ мм – припуск под разворачивание, тогда:

$$L_{p1} = 1,4 \cdot 0,5 \cdot \operatorname{ctg} 15 = 2,6 \text{ мм}$$

Допуск на диаметр калибрующей части развертки ([23], стр. 83):

$$D_1 = \varnothing 14^{+0,036}_{+0,020} \text{ мм}$$

$$D_2 = \varnothing 20^{+0,136}_{+0,106} \text{ мм}$$

Согласно ГОСТ 1672-80 выбираем необходимые параметры развертки для диаметра 20 мм:

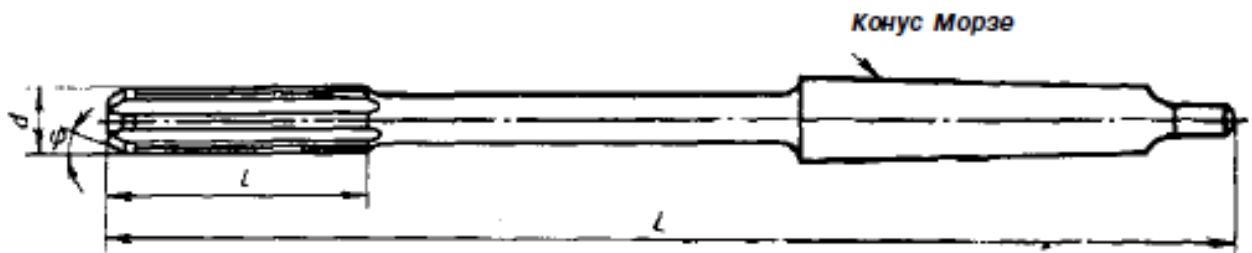


Рисунок 1.23 – Конструкция развертки.

$$L = 228 \text{ мм},$$

$$l = 60 \text{ мм},$$

$$d = 20 \text{ мм},$$

Конус №2.

Будем иметь ввиду, что длина режущей части может быть увеличена в связи с комбинированной конструкцией развертки. Также, будем иметь ввиду, что конструкция комбинированной развертки будет отличаться от представленной на рисунке 1.23.

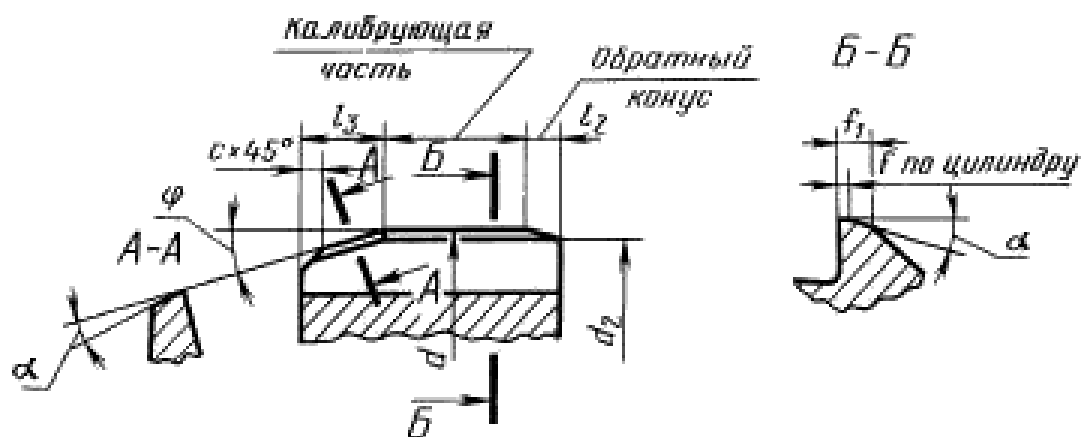


Рисунок 1.24 – Геометрические параметры развертки.

Для $D_1 = \varnothing 14H9^{(+0,043)} \text{ мм}$:

$c = 1 \text{ мм}$,

$f_1 = 1 \text{ мм}$,

$l_3 = 2,5 \text{ мм}$,

$f = 0,2 \text{ мм}$,

$l_2 = 4 \text{ мм}$,

$d_2 = d - 0,05 \text{ мм}$

$\alpha = 12 \pm 2^\circ$.

Для $D_2 = \varnothing 20 D 10 \left(\square_{+0,065}^{+0,149} \right) \text{ мм}$:

$c = 1 \text{ мм}$,

$f_1 = 1,2 \text{ мм}$,

$l_3 = 2,5 \text{ мм}$,

$f = 0,2 \text{ мм}$,

$l_2 = 4 \text{ мм}$,

$d_2 = d - 0,06 \text{ мм}$

$\alpha = 10 \pm 2^\circ$.

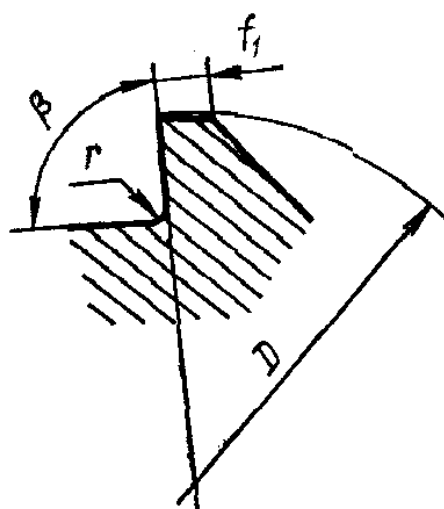


Рисунок 1.25 – Профиль канавок развертки.

$f_1 = 1,4 \text{ мм},$
 $r = 0,5 \text{ мм},$
 $\beta = 80^\circ.$

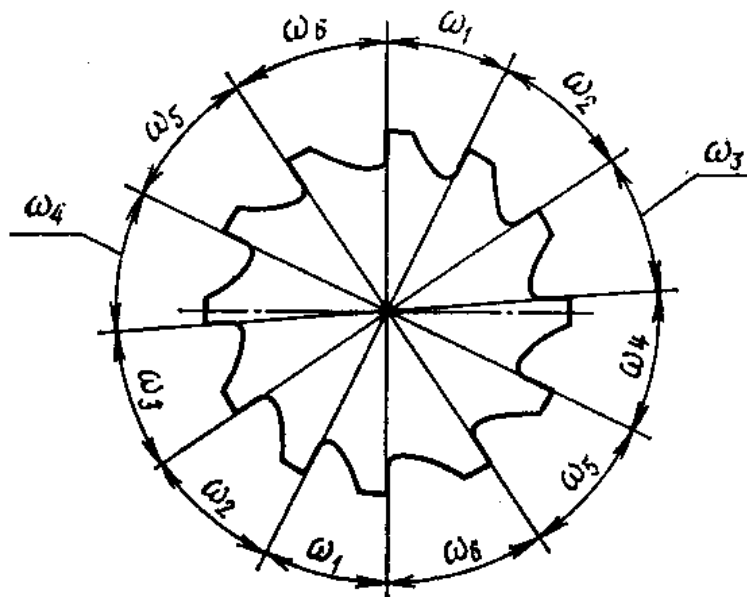


Рисунок 1.26 – Разбивка шагов зубьев.

Для развертки с 8 зубами неравномерное распределение углов приведено в таблице 1.16

Таблица 1.16 – Распределение углов развертки

Число зубьев	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5
9	$39^\circ 40'$	41°	$38^\circ 40'$	$41^\circ 20'$	39°
Число зубьев	ω_6	ω_7	ω_8	ω_9	-
9	$40^\circ 40'$	$39^\circ 20'$	$41^\circ 40'$	$38^\circ 40'$	-

Геометрические параметры конуса ([23], стр. 85):

Конусность 1:20

$d = 17,78 \text{ мм}$

$d_1 = 18 \text{ мм}$

$d_2 = 14 \text{ мм}$

$l = 80 \text{ мм}$

$l_1 = 16 \text{ мм}$

$l_2 = 5 \text{ мм}$

$R = 6 \text{ мм}$

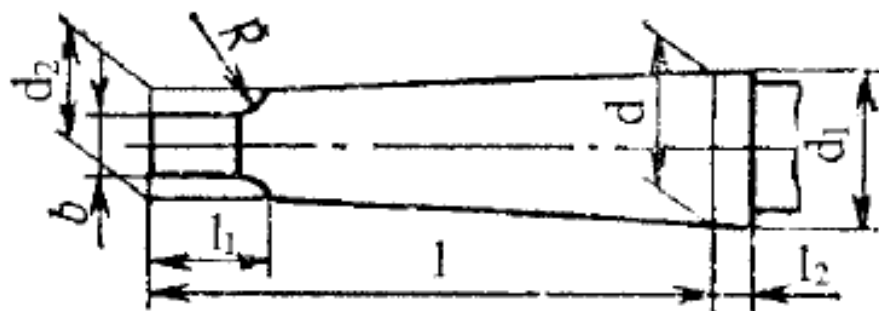


Рисунок 1.27 – Конус Морзе

1.1.11.2 Конструкция рассчитанной развертки

Проектируемая машинная развертка имеет комбинированную конструкцию и состоит из двух разверток, которые предназначены для обработки различных диаметров

Каждая из разверток имеет режущую часть (2,5 мм), калибрующую часть с обратным конусом (4 мм), общая длина рабочей части 60 мм. К рабочей части развертки приварен хвостовик с конусом Морзе №2, который устанавливается в оправку. Общая длина развертки 228 мм. Инструмент имеет 9 зубьев, разбивка их шагов определена в ходе проектирования.

1.2 Разработка конструкции приспособления

1.2.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление ФЮРА.1М138.01.15.230.010 СБ используется на 040 операции. Базирование детали в приспособлении производится по плоскости. Три точки несёт установочная базирующая плоскость, две точки – направляющая базирующая плоскость, еще одну – установочная базирующая плоскость. Для закрепления приспособления на станке корпус имеет отверстия под установочные винты.

Приспособление состоит из жёсткого корпуса позиции 1, двух стоек 2 и 3, тяги 4 и прижима 5.

Деталь устанавливается на пальцы 13 и опоры 12. Затем накидывается прижим 5. В прорезь прижима заводится тяга 4, затягивается гайка 11. Деталь зажата.

После обработки, гайка 11 расслабляется, откидываются тяга 4 и прижим 5.

Для предотвращения биения в приспособлении предусмотрен противовес 6.

1.2.2 Расчет приспособления на точность

Анализ погрешностей базирования проводится для всех размеров обработки на основе ранее приведенных эскизов обработки и выбранной

схемы базирования. Согласно [24, стр. 7-10], [25, стр. 443-445], величина погрешности базирования определяется как сумма допусков на размеры детали, связывающие между собой технологическую и измерительную базы, не должна превышать допуска на выполняемый размер, т.е.:

$$[\varepsilon_B^{\square}] = IT. (1.18)$$

Погрешность базирования равна нулю, т.к. измерительная база (ось детали) совпадает с технологической базой (ось приспособления).

$$\varepsilon_B^{\square} = 0.$$

Несмотря на то, что приспособления позволяют получить статически определённую и достаточно точную установку обрабатываемой поверхности детали относительно режущего инструмента и тем значительно повысить точность изготовления, обеспечить выполнение размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей без погрешности нельзя.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε , которая не должна превышать допуск IT выполняемого размера при обработке заготовки:

$$\varepsilon \leq IT \quad (1.19)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{уст} + \varepsilon_{обр} + \varepsilon_{пр}; \quad (1.20)$$

где $\varepsilon_{уст}$ - погрешность установки;

$\varepsilon_{обр} = 30\% \cdot IT$ - погрешность обработки;

$\varepsilon_{пр} = 0$ мм - погрешность приспособления (устраняется однократной выверкой приспособления на станке).

$$\varepsilon_{уст} = \varepsilon_{баз} + \varepsilon_3 + \varepsilon_{п}; \quad (1.21)$$

где $\varepsilon_{баз} = 0,14$ мм - погрешность базирования;

$\varepsilon_3 = 0,01$ - погрешность закрепления;

$\varepsilon_{п}$ - погрешность положения предмета обработки в станочном приспособлении.

$$\varepsilon_{п} = \varepsilon_{ус} + \varepsilon_с + \varepsilon_{и}; \quad (1.22)$$

где $\varepsilon_{ус} = 0,01$ – погрешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешностей изготовления и сборки установочных и других элементов приспособления;

$\varepsilon_с = 0,01$ – погрешность расположения приспособления на станке;

$\varepsilon_{и} = 0$ – погрешность расположения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления (устраняется поднастройкой);

$$\varepsilon_{п} = 0,01 + 0,01 + 0 = 0,02 \text{ мм},$$

$$\varepsilon_{уст} = 0,14 + 0,01 + 0,02 = 0,17 \text{ мм},$$

$$\varepsilon_{обр} = 30\% \cdot 0,52 = 0,16 \text{ мм},$$

$$\varepsilon = 0,17 + 0,16 + 0 = 0,33;$$

$$\varepsilon = 0,33 < IT = 0,52$$

Анализ результатов показывает, что при расчёте вероятностным методом условие точности выполняется.

1.2.3 Расчёт силы зажима изделия

На рассматриваемой операции производится различная обработка на различных переходах. Наибольшая сила резания на данной операции возникает на переходе 3 «Сверлить отверстие $\varnothing 33$ мм на проход». Согласно [12], сила резания (осевая сила) равна:

$$P_o = 4520 \text{ Н},$$

а крутящий момент:

$$M = 89,5 \text{ Нм}.$$

Режимы резания на рассматриваемом переходе приведены на рисунке 1.28.



Рисунок 1.28 – Режимы резания на переходе

На рисунке 1.29 приведена схема силового замыкания [26, стр. 47-53].

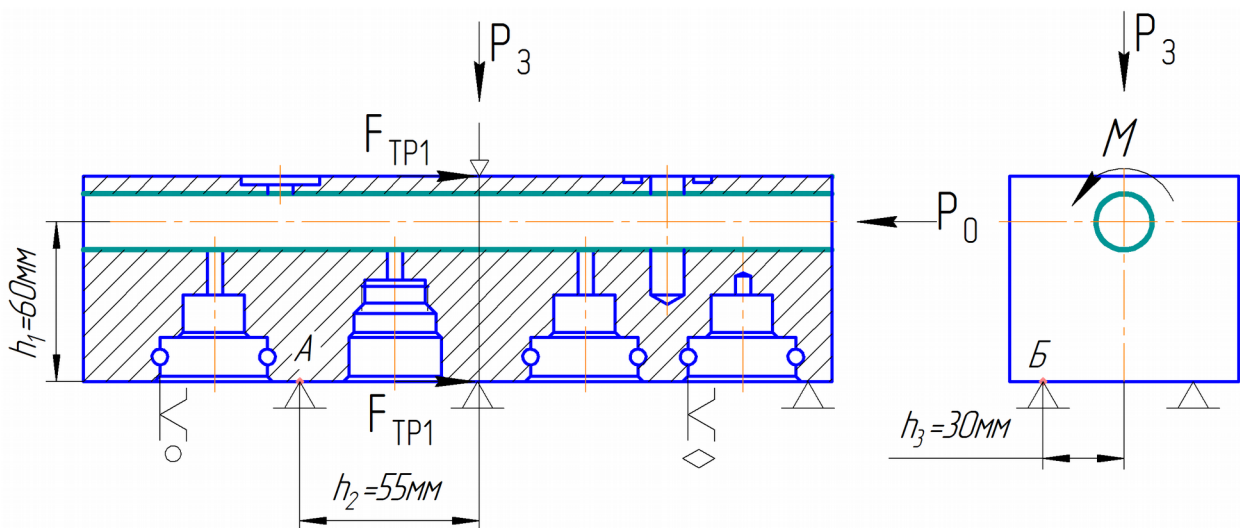


Рисунок 1.29 - Схема сил

Поскольку заготовка упирается в упор приспособления, рассматривать вероятность смещения заготовки в вертикальном (по оси X) не требуется.

Рассмотрим вероятность смещения заготовки в осевом направлении в процессе резания. Осевая сила резания P_o при обтачивании может сместить заготовку влево. Заготовка удерживается в равновесии силами трения между

пальцами и поверхностью заготовки $F_{тр1}$, а также силами трения между прижимом и поверхностью заготовки $F_{тр2}$.

Уравнение равновесия сил в процессе обработки будет иметь вид:

$$K \cdot P_o^{\square} = F_{TP2}^{\square} + F_{TP2}^{\square}, (1.23)$$

где K - коэффициент запаса, учитывающий надёжность закрепления. В работах учебного характера величину K допускается принимать в диапазоне от 2,5 до 3,5. В данном примере $K = 2,7$;

$$F_{TP1}^{\square} = F_{TP2}^{\square} = P_{31}^{\square} \cdot f, (1.24)$$

где f - коэффициент трения между кулачками и поверхностью заготовки. При закреплении в патроне с гладкими кулачками $f = 0,16$.

Откуда сила зажима будет определена из зависимости:

$$P_{31}^{\square} = \frac{K \cdot P_o^{\square}}{2f}, (1.25)$$

$$P_{31}^{\square} = \frac{2,7 \cdot 4520}{2 \cdot 0,16} = 38137,5 \text{ Н} = 38,138 \text{ кН}.$$

Осевая сила резания может повернуть заготовку против часовой стрелки относительно т. А.

Уравнение равновесия моментов сил в процессе обработки заготовки будет иметь вид:

$$K \cdot P_o^{\square} \cdot h_1 - P_{32}^{\square} \cdot h_2 = 0, (1.26)$$

$$P_{32}^{\square} = \frac{K \cdot P_o^{\square} \cdot h_1}{h_2}, (1.27)$$

$$P_{32}^{\square} = \frac{2,7 \cdot 4520 \cdot 0,060}{0,055} = 13313 \text{ Н} = 13,313 \text{ кН}$$

Момент резания может повернуть заготовку против часовой стрелки относительно т. Б.

Уравнение равновесия моментов сил в процессе обработки заготовки будет иметь вид:

$$K \cdot M - P_{33}^{\square} \cdot h_3 = 0, (1.28)$$

$$P_{33}^{\square} = \frac{K \cdot M}{h_3}, (1.29)$$

$$P_{33}^{\square} = \frac{2,7 \cdot 89,5}{0,030} = 8055 \text{ Н} = 8,055 \text{ кН}$$

Наибольшая из расчетных сил $P_{31}^{\square} = 38,138 \text{ кН}$ ее и примем для дальнейшего расчета.

Нажимной механизм, принятый на операции, а также силы, действующие на нажимном механизме представлен на рисунке 1.30

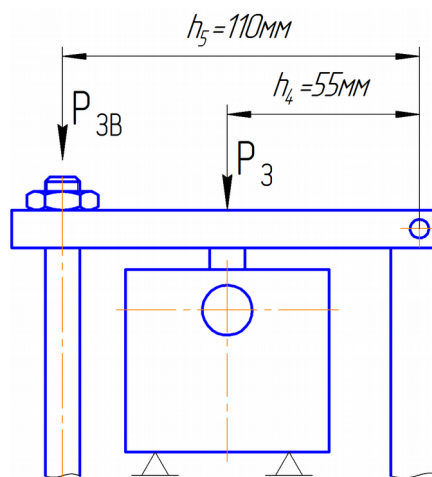


Рисунок 1.30 Силы, действующие на нажимном механизме

Сила P_{3B} , действующая на винтовом зажиме:

$$\frac{P_{3B}}{P_3} = \frac{h_4}{h_5}, (1.30)$$

$$P_{3B} = \frac{h_4 * P_3}{h_5}, (1.31)$$

$$P_{3B} = \frac{0,055 * 38,138}{0,110} = 19,069 \text{ кН} = 19069 \text{ Н}.$$

Согласно рекомендациям [27, стр. 153-159], [28, стр. 231-237], номинальный (наружный) диаметр резьбы винта d :

$$d = C \sqrt{\frac{P_{3B}}{[\sigma]}}, (1.32)$$

где C - коэффициент, для основной метрической резьбы $C=1,4$;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение растяжения (сжатия) для материала винта.

Для винтов из стали 45 с учетом износа $[\sigma]=80 - 90$ МПа.

$$d = 1,4 * \sqrt{\frac{19069}{85}} = 20,969 \text{ мм}$$

Принимаем стандартный диаметр резьбы винта и гайки М22.

Момент открепления винтового зажимного устройства:

$$M' = r_{\text{ПР}} \cdot P_{3B} \cdot \text{tg}(\phi' + \alpha) + M_{\text{ТР}}, (1.33)$$

где: $r_{\text{ПР}}$ - приведенный радиус кольцевого торца гайки,

$M_{\text{ТР}}$ - Момент трения на опорном торце гайки,

$\phi' = 9,33^\circ$ - коэффициент трения покоя в резьбе,

$\alpha = 3^\circ$ - угол подъема витка резьбы,

Приведенный радиус кольцевого торца гайки:

$$r_{\text{ПР}} = \frac{D^3 - d^3}{3(D^2 - d^2)}, (1.34)$$

где $D = 32,3$ мм - наружный диаметр кольцевого торца гайки.

$$r_{\text{ПР}} = \frac{32,3^3 - 22^3}{3 * (32,3^2 - 22^2)} = 13,738 \text{ мм} = 0,014 \text{ м}$$

Момент трения на опорном торце гайки:

$$M_{\text{ТР}} = r_{\text{ПР}} \cdot P_{3B} \cdot f, (1.35)$$

$$M_{TP} = 0,014 \cdot 19069 \cdot 0,16 = 20,389 \text{ Нм}.$$

$$M' = 0,014 \cdot 19069 \cdot \operatorname{tg}(9,33 + 3) + 20,389 = 55,35 \text{ Нм}$$

Длина рукоятки ключа:

$$L = M' / F_{IP}, (1.36)$$

где $F_{IP} = 150 \text{ Н}$ – сила воздействия рабочего при ручном зажиме

$$L = \frac{55,35}{150} = 0,369 \text{ м}$$

1.3 Организационное проектирование

1.3.1 Нормирование технологического процесса

Нормирование технологического процесса проводится по рекомендациям [29] и [30].

Норма времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, (1.37)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{цв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), (1.38)$$

где $T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}$, – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{цв}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}$, мин, где

$T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{опер}}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерение, мин.

$T_{\text{п-з}} = T_{\text{п-31}} + T_{\text{п-32}} + T_{\text{п-3.обр}}$, мин, где

$T_{\text{п-31}}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{\text{п-32}}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{\text{п-3.обр}}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Для универсальных станков:

$$T_{шт} = (T_o + T_B \cdot K_{в}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), (1.39)$$

где T_o – основное время на обработку одной детали, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

$K_{в}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_B = T_{уст} + T_{пер} + T_{изм}, (1.40)$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{пер}$ – время, связанное с переходом, мин;

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$$T_{п-3} = T_{п-31} + T_{п-32} + T_{п-3.обр} (1.41)$$

где $T_{п-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{п-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{п-3.обр}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы [9,10] и приведены в таблице 1.17.

Таблица 1.17 - Результаты нормирования

№ оп	Содержание работы	Время, мин
010	Фрезерная	
	1. Основное время	1,35
	2. Вспомогательное время:	
	время, связанное с операцией	0,4
	время на установку и снятие изделия	0,32
	машинно-вспомогательное время по программе	0,3
	Коэффициент на вспомогательное время	1,0
	Суммарное вспомогательное время	1,02
	3. Время на обслуживание рабочего места,	14%
	время перерывов на отдых и личные надобности	
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	27
	Штучное время	2,70
	Штучно-калькуляционное время	3,39

Продолжение таблицы 1.17

№ оп	Содержание работы	Время, мин
020	Фрезерная с ЧПУ	
	1. Основное время	7,04
	2. Вспомогательное время:	
	время, связанное с операцией	0,3
	время на установку и снятие изделия	0,32
	машинно-вспомогательное время по программе	0,3
	Коэффициент на вспомогательное время	1,0
	Суммарное вспомогательное время	0,92
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	27
030	Штучное время	9,07
	Штучно-калькуляционное время	9,77
	Фрезерная с ЧПУ	
	1. Основное время	1,19
	2. Вспомогательное время:	
	время, связанное с операцией	0,22
	время на установку и снятие изделия	0,32
	машинно-вспомогательное время по программе	0,2
	Коэффициент на вспомогательное время	1,0
	Суммарное вспомогательное время	0,74
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	27
	Штучное время	2,20
	Штучно-калькуляционное время	2,89

Продолжение таблицы 1.17

№ оп	Содержание работы	Время, мин
040	Токарная с ЧПУ	
	1. Основное время	4,37
	2. Вспомогательное время:	
	время, связанное с операцией	0,38
	время на установку и снятие изделия	0,32
	машинно-вспомогательное время по программе	0,4
	Коэффициент на вспомогательное время	1,0
	Суммарное вспомогательное время	1,10
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	27
055	Шлифовальная	
	1. Основное время	2,14
	2. Вспомогательное время:	
	время, связанное с операцией	0,12
	время на установку и снятие изделия	0,5
	машинно-вспомогательное время по программе	0,20
	Коэффициент на вспомогательное время	1,0
	Суммарное вспомогательное время	0,82
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	27
	Штучное время	3,37
	Штучно-калькуляционное время	4,07

1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле [31, стр. 53-68]:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, (1.42)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n, (1.43)$$

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;
 $K_n = 0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zo} = \frac{C_p}{C_n} \cdot 100, \quad (1.44)$$

где C_n – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.18:

Таблица 1.18 - Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$T_{шт-к}$, мин	C_p	C_n	K_{zo} , %
010	3,39	0,452	1	45,20
020	9,77	1,903	2	95,15
030	2,89	0,497	1	49,70
040	6,93	1,115	2	55,75
055	4,07	0,626	1	62,60

Средний коэффициент загрузки $K_{zo. ср.} = 61,68\%$.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры. На рисунке 1.31 приведён график загрузки оборудования:

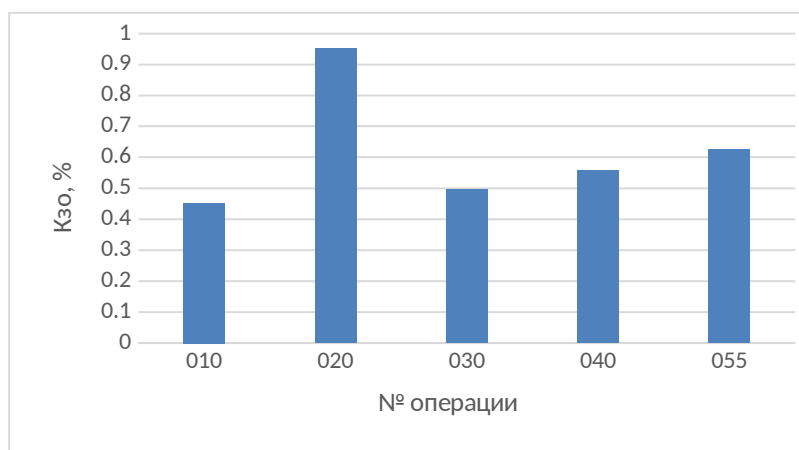


Рисунок 1.31 График загрузки оборудования

1.3.3 Определение численности рабочих

Расчет производился по методическим указаниям [20, стр.68 -73].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum T_{штк-ki}}{60 \cdot F_{др} \cdot K_m}, \quad (1.45)$$

где $K_M = 1,4$ – коэффициент многостаночного обслуживания, для мелкосерийного производства.

Таблица 1.19 – Количество производственных рабочих

№ операции	$T_{шт-к}$, мин	P	$P_{п}$
010	3,39	0,323	1
020	9,77	1,36	2
030	2,89	0,355	1
040	6,93	0,797	1
055	4,07	0,447	1
Итого:			6

Число вспомогательных рабочих составляет (18 – 25)% от количества производственных рабочих, инженерно-технических работников – (11 – 13)%; служащих – (4 – 5)%; младшего обслуживающего персонала – (2 – 3)% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих. При этом нижние пределы соответствуют мелкосерийному типу производства, а верхние – крупносерийному типу производства.

Сводная ведомость округленной до целого числа численности персонала работающих составляется по форме таблицы 1.20.

Таблица 1.20 - Сводная ведомость работающих

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	6
Вспомогательные рабочие	2
Инженерно-технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	11

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

Н.И Хорошилова

(Дата)

Руководитель
ассистент, кафедры
ЭиАСУ

(Подпись)

Д.Н Нестерук

(Дата)

Нормоконтроль
ассистент, кафедры ТМС

(Подпись)

П.А Чазов

(Дата)

2.1 Расчёт объёма капитальных вложений

Целью экономической части является расчет себестоимости детали («Корпус» ФЮРА.1М138.01.15.230 СБ) при заданном объёме производства 1600 штук и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Норма расхода материала – 9,41 кг;

Чистый вес – 5,24 кг;

Материал – Сталь 35 ГОСТ 1050-88;

Годовой объем выпуска – 1600 шт.

Расчет экономической части производим по методике, изложенной в [32].

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{TO} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением операций;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением операций.

Стоимость технологического оборудования приведена в таблице 2.1. Стоимость оборудования принята согласно [33]

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб	Q_i , шт	K_{TOi} , руб.
010	Широкоуниверсальный станок модели 67K25ПР	3100000	1	3100000
020	Вертикальный многоцелевой станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo	2700000	2	12500000
030	Вертикальный многоцелевой станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo	2700000	1	12500000
040	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000	4500000	2	19500000

Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Модель станка	C_i , руб	Q_i , шт	K_{TOi} , руб.
055	Плоскошлифовальный станок модели 3Г71	800000	1	800000
Итого:				21000000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определяется приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{BO} = K_{TO} \cdot 0,3, (2.2)$$

$$K_{BO} = 21000000 \cdot 0,3 = 6300000 \text{ руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию устанавливается приближенно в размере от 10 до 15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);
- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{ИИ} = K_{TO} \cdot 0,15, (2.3)$$

$$K_{ИИ} = 21000000 \cdot 0,15 = 3150000 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитывается по формуле:

$$C_{\Pi} = C_{\Pi\Pi} + C_{\PiВ}, (2.4)$$

$C_{\Pi\Pi}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений, руб;

$C_{\PiВ}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ООО «Юргинский машзавод».

$$C_{\Pi} = 1450000 + 800000 = 2250000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{H_M \cdot N \cdot C_M}{360} \cdot T_{\text{ОБМ}}, (2.5)$$

где $H_M = 9,41$ кг/ед – норма расхода материала;

$C_M = 32,5$ руб./кг, – цена материала;

$T_{\text{ОБМ}}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях. Принимаю $T_{\text{ОБМ}} = 30$ дней.

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{9,41 \cdot 1600 \cdot 32,5}{360} \cdot 30 = 40776,67 \text{ руб.}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{\text{НЗП}}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{\text{НЗП}} = \frac{N \cdot T_{\text{Ц}} \cdot C' \cdot k_r}{360}, (2.6)$$

где $T_{\text{Ц}}$ – длительность производственного цикла, дни;

k_r – коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_M \cdot C_M}{k_M}, (2.7)$$

где k_M – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия, (равный от 0,8 до 0,85). Принимаю $k_M = 0,825$

$$C' = \frac{9,41 \cdot 32,5}{0,825} = 370,7 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_r = (k_M + 1) \cdot 0,5, (2.8)$$

$$k_r = (0,825 + 1) \cdot 0,5 = 0,913$$

Длительность производственного цикла

$$T_{\text{Ц}} = \frac{\sum T_{\text{ШТ-Кі}}}{60 \cdot 8}, (2.9)$$

$$T_{\text{Ц}} = \frac{3,39 + 9,77 + 2,89 + 6,93 + 4,07}{60 \cdot 8} = 0,056 \text{ дня,}$$

$$K_{\text{НЗП}} = \frac{1600 \cdot 0,056 \cdot 370,7 \cdot 0,913}{360} = 84,24 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{гп}, (2.10)$$

где $T_{гп}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях. Принимаю $T_{гп} = 30$ дней.

$$K_{гп} = \frac{370,7 \cdot 1600}{360} \cdot 30 = 49426,67 \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{рп}}{360} \cdot T_{дз}, (2.11)$$

где $B_{рп}$ – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб;

$T_{дз}$ – продолжительность дебиторской задолженности, дней. Принимаю $T_{дз} = 20$ дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{рп} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right), (2.12)$$

где $p = 15...20\%$ – рентабельность продукции.

$$B_{рп} = 370,70 \cdot 1600 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 711744,00 \text{ руб.}$$

$$K_{дз} = \frac{711744,00}{360} \cdot 20 = 39541,33 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств:

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10, (2.13)$$

$$C_{обс} = 40776,67 \cdot 0,10 = 4077,67 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (Ц_M \cdot H_M \cdot K_{тзр} - Ц_O \cdot H_O), (2.14)$$

где $K_{тзр} = 1$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

C_o – цена возвратных отходов;
 H_o – норма возвратных отходов.
 Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_3 - m_d, (2.15)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_d – масса изделия, кг.

$$H_o = 9,41 - 5,25 = 4,16 \text{ кг},$$

$$C_M = 1600 \cdot (32,5 \cdot 9,41 \cdot 1 - 31,84 \cdot 4,16) = 277392,96 \text{ руб.}$$

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot K_p \cdot N, (2.16)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, руб./час;

$k_n \approx 1,5$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты;

$K_p = 1,3$ – районный коэффициент.

Таблица 2.2 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	C_{30i} , руб.
Фрезеровщик	2,7	2	1	29,15	4092,66
Фрезеровщик с ЧПУ	9,07	4	2	33,15	15634,87
Фрезеровщик с ЧПУ	2,2	3	1	31,15	3563,56
Токарь с ЧПУ	6,24	4	1	33,15	10756,51
Шлифовальщик	3,37	2	1	29,15	5108,25
Итого:					39155,85

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{30} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), (2.17)$$

α_1 – обязательные социальные отчисления, ($\alpha_1 = 0,3$ руб./год);

α_2 – социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, ($\alpha_2 = 0,003 \dots 0,017$).

$$C_{oco} = 39155,85 \cdot (0,3 + 0,006) = 14096,11 \text{ руб.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

Годовая норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_o} \cdot 100, (2.18)$$

где $T_o = 12$ – срок службы оборудования

$$a_{ni} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8,333$$

Сумма амортизации определяется по формуле:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_d \cdot K_{BPi}}, (2.19)$$

где A_q – сумма амортизации, руб;

K_{BPi} – коэффициент загрузки i-го оборудования по времени.

Расчёт амортизационных отчислений оборудования представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчёт амортизационных отчислений оборудования

№ операции	K_{BPi} , %	C_i , руб.	a_{ni} , %	A, руб.
010	45,2	3100000	8,333	23,14
020	95,15	5400000	8,333	19,15
030	49,7	2700000	8,333	18,33
040	55,75	9000000	8,333	54,46
055	62,6	800000	8,333	4,31
Амортизационные отчисления для всех станков:				119,39

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений от 30 до 50 лет.

$$a_{ni} = \frac{1}{50} \cdot 100 = 2$$

В таблице 2.4 приведены результаты расчёта амортизационных отчислений зданий.

Таблица 2.4 – Расчёт амортизационных отчислений зданий

Помещение	C_i , руб.	a_{ni} , %	A _{чи} , руб.
Производственное	1450000	2	117,41
Вспомогательное	800000	2	64,78
Амортизационные отчисления для всех станков:			182,19

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_{qp} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{mi} \cdot R_{mi} + \omega_{ei} \cdot R_{ei})}{T_{rc} \cdot \beta_M \cdot \beta_{TP} \cdot \beta_P \cdot \beta_T} + t_{p, \text{эл}} \cdot C_{p, \text{эл}}, \quad (2.20)$$

где R_{mi} и R_{ei} – группы ремонтпригодности механической и электрической части i -го оборудования соответственно;

ω_{mi} и ω_{ei} – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу i -ой ремонтной техники;

T_{rc} – длительность ремонтного цикла основной части оборудования;

$\beta_M, \beta_{TP}, \beta_P, \beta_T$ – коэффициенты, влияющие на длительность ремонта соответственно обрабатываемого материала, типа производства, значений параметров оборудования, массы станка;

$t_{p, \text{эл}}$ – трудоёмкость ремонта электронной части станков, Н/ч;

$C_{p, \text{эл}}$ – стоимость ремонта.

В таблице 2.5 приведены результаты расчета затрат на ремонт оборудования по технологическому процессу.

Таблица 2.5 – Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{p, \text{эл}}$, н/ч	R_{mi} , руб.	R_{ei} , руб.	ω_{mi} , н.ч.	ω_{ei} , н.ч.	C_{qp} , руб/час.
010	80	11	12	33,2	41,8	14235,9
020	80	11	12	33,2	41,8	14235,9
030	80	11	12	33,2	41,8	14235,9
040	90	12	14	35,3	50,8	17013,2
055	80	11	12	33,2	41,8	14235,9
Суммарные затраты на ремонт всех станков:						73956,8

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{COJ} = n \cdot N \cdot g_{ox} \cdot u_{ox}, \quad (2.21)$$

где $g_{ox} = 0,03$ кг/дет – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка;

$u_{ox} = 15$ руб/кг (по данным ООО «Юргинский машзавод») – средняя стоимость охлаждающей жидкости.

$$C_{COJ} = 7 \cdot 1600 \cdot 0,03 \cdot 15 = 5040 \text{ руб.}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \left(\frac{g_{\text{возд}} \cdot \Phi_{\text{возд}} \cdot N}{60} \right) \cdot \sum t_{oi}, (2.21)$$

где $g_{\text{возд}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ – расход сжатого воздуха;

$\Phi_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха.

$$C_{\text{возд}} = \left(\frac{0,7 \cdot 0,18 \cdot 1600}{60} \right) \cdot 16,09 = 54,06 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{BP} \cdot K_{OD} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\text{э}}, (2.22)$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i-ой операции, кВт;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности и времени;

K_{BP} – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода;

η – КПД оборудования;

$C_{\text{э}} = 4,41 \text{ руб}$ – средняя разность стоимости электроэнергии руб.

В таблице 2.6 приведены результаты расчета затрат на ремонт оборудования по технологическому процессу.

Таблица 2.6 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чэ}i}$, руб.
010	3	2814,67
020	25	23455,61
030	25	23455,61
040	45	42220,11

Продолжение таблицы 2.6

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{чэi}$, руб.
055	2,2	2064,09
Затраты на электроэнергию для всех операций:		94010,09

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин} = 200000$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому они учитываются как плановые и включаются в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗБР} = \sum_{i=1}^k C_{ЗМj} \cdot Ч_{БРj} \cdot 12 \cdot K_{nj} \cdot K_{pj}, \quad (2.23)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{БРj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{ЗМj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$K_{nj} = 1,2$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих;

$K_{pj} = 1,3$ – районный коэффициент.

Таблица 2.7 – Заработная плата вспомогательных рабочих

Наименование профессий	Количество работающих	$C_{ЗМj}$, руб/ч	$C_{ЗБРj}$, руб
Вспомогательные рабочие	2	752	28154,88
Инженерно-технические работники	1	800	14976
Служащие	1	900	16848
Младший обслуживающий персонал	1	1050	19656
Итого:			79634,88

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{ОВР} = C_{ЗБР} \cdot 0,3 \quad (2.24)$$

$$C_{ОВР} = 79634,88 \cdot 0,3 = 23890,46 \text{ руб/год.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{\text{ЗАУП}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{ЗУП}i} \cdot \text{Ч}_{\text{АУП}i} \cdot 12 \cdot K_{\text{Р}i} \cdot K_{\text{ППД}}, \quad (2.25)$$

где $\text{Ч}_{\text{АУП}i} = 2$ чел. – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел;

$C_{\text{ЗУП}i} = 1500$ руб. – месячная оклад работника административно-управленческого персонала, руб;

$K_{\text{ППД}} = 1,3$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{ЗАУП}} = 1500 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 56160 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала рассчитывается по формуле (2.24):

$$C_{\text{ОВР}} = C_{\text{ЗАУП}} \cdot 0,30, \quad (2.26)$$
$$C_{\text{ОВР}} = 56160 \cdot 0,30 = 16848 \text{ руб/год.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,7, \quad (2.27)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{ПРОЧ}} = 343,87 \cdot 1600 \cdot 0,7 = 385134,4 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Себестоимость изготовления данной детали по базовому технологическому процессу составляет ориентировочно 1523,49 руб., а себестоимость изготовления данной детали по разработанному технологическому процессу составляет сумму прямых и косвенных затрат на одну деталь: 806,71 руб. При данной годовой программе выпуска изделия (1600 шт.) и разработанном производственном процессе предполагаемая прибыль составит 1150096,00 руб. в год.

Все затраты по элементам приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	222,32	355705
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	173,37	277393
заработная плата производственных рабочих	24,47	39155,9
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	24,47	39155,9
Косвенные затраты:	584,39	935030
амортизация оборудования предприятия	0,07	119,39
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	0,11	182,19
отчисления в ремонтный фонд	46,22	73956,8
вспомогательные материалы на содержание оборудования	3,18	5094,06
затраты на силовую электроэнергию	58,76	94010,1
инструмент, приспособления, инвентарь	125	200000
заработная плата вспомогательных рабочих	49,77	79634,9
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	14,93	23890,5
заработная плата административно-управленческого персонала	35,1	56160
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	10,53	16848
прочие расходы	240,71	385134
Итого:	806,71	1290735

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

Н.И Хорошилова

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент

(Подпись)

С.А. Солодский

(Дата)

Нормоконтроль
ассистент, кафедры ТМС

(Подпись)

П.А Чазов

(Дата)

3.1 Описание рабочего места

В ходе данного технологического процесса обрабатывается деталь «Корпус» ФЮРА.1М138.01.15.230 СБ.

Материалом штока является сталь 35 ГОСТ 1050-88. Масса детали составляет 5,24 кг, масса заковки – 9,41 кг.

В производстве в соответствии с ГОСТ 12.3.020.-80 перемещение грузов массой менее 20 кг в технологическом процессе может производиться в ручную. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъёме и перемещении тяжестей или вручную: при подъёме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 10 кг. Т. о. для обработки данных деталей возможно привлечение как мужчин, так и женщин. Для установки заготовки на станок не требуются подъёмно-транспортные устройства.

Корпус изготавливается на токарном, фрезерном и шлифовальном оборудовании. Данные оборудования характеризуются большим выделением:

1. Стружки, поэтому необходимо применить решения по удалению стружки из рабочей зоны станков.

2. Тепла, поэтому необходимо возникает необходимость предусматривать смазочно- охлаждающих жидкостей (СОЖ).

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 100 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Ограждения поставлены между станками от летящей стружки. Для рабочих станочники в качестве средств защиты от стружки предусмотрен очки. Уборка стружки руками запрещается. На универсальных станках удаление стружки должно производиться соответствующими приспособлениями (крючками, щетками).

Вседвигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д., представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается.

На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованны с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали, у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъёмных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведённые места.

3.2 Анализ выявленных вредных факторов на рабочем участке

На здоровье и работоспособность рабочего в производстве оказывает влияние совокупность факторов производственной среды и трудового процесса.

Вредный производственный фактор - фактор среды и трудового процесса, который вызывает профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности, повышает частоту соматических и инфекционных заболеваний.

В процессе обработки штока на рабочего действуют следующие вредные факторы:

а) недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;

б) острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;

в) шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев;

г) температура воздуха в рабочей зоне: холодный период, теплый период, может привести к простудным заболеваниям, перегрев организма. Для защиты от повышенной или пониженной температуры воздуха рабочей зоны и его влияния на рабочего в данном случае принимаем кондиционеры.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Источником шума и вибрации является металлорежущее станки, электродвигатели, краны и т.д.

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая может перевести к травме в виде порезов.

Защитой от стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

На полу около станка находятся деревянные решетки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6м от выступающих частей станка.

Для профилактики глазного травматизма необходимо применить щитки и очки. Все металлорежущее оборудование должно быть надежно заземлено, токоведущие провода и кабели надо изолировать. При возникновении в электрической сети опасности поражения человека током применяется защитно-отключающее устройство. Недоступность токоведущих частей электроустановок обеспечить размещением их на необходимой высоте, ограждением от случайных соприкосновений.

Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха, т.е. вентиляцией. В данном технологическом процессе применяется обще обменная приточно-вытяжная вентиляция.

Станки, на которых производится шлифование и полирование детали, оборудуют защитно-обеспыливающими кожухами, т.к. обработка материала сопровождается пылевыделением.

СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний. Для защиты от попадания СОЖ на рабочих предусматривается спецодежду. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны СОЖ используются специальные конструкции сопл, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости для их последующей обработки. Для защиты кровного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

Оптимальные условия работы в рабочем месте могут быть обеспечены лишь при достаточном оснащении. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 12%.

Для местного освещения используют светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещенность была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В цехе, где изготавливается шток естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется комбинированное освещение

– естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

3.3 Анализ выявленных опасных факторов на рабочем участке

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который является причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья, смерти.

В процессе обработки штока на рабочего действуют следующие опасные факторы:

а) электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

б) движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной.

3.4 Охрана окружающей среды:

Воздействие человека на природу, на окружающую среду, не всегда отрицательное ухудшающее и разрушающее природу. В какую сторону изменяется количество окружающей нас среды в лучшую или худшую, определяется тем, поскольку рационально организован процесс природопользования.

Разработанный технологический процесс обработки не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СнИП-32-74. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная

стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

3.5 Защита в чрезвычайных ситуациях:

Опасными явления и процессы, приводящие к возникновению ЧС, как события случайные могут быть независимыми или зависимыми от внешнего источника опасности. К внешним относятся источники опасностей, присутствие которых не характерно для той сферы, в которой возникает ЧС. Например, экологические ЧС могут возникать из – за хозяйственные деятельности человека в техносфере, а техногенные аварии и катастрофы на объектах экономики – вследствие проявления опасного природного фактора (землетрясение, сильный ветер, снегопад и др.) или конфликтного события (диверсия, забастовка, массовые беспорядки и др.).

К наиболее частым и типичным авариям на машиностроительных предприятиях, классифицируемым как техногенные ЧС, относятся пожары, взрывы ёмкостей с горючими газами или жидкостями, разрушение и взрывы технологического оборудования и другими продуктами, разрушение гидротехнических сооружений.

Анализ причин возникновения промышленных аварий и катастроф позволяет объединить их в группы по следующим признакам:

Ошибки и недоработки на стадиях проектирования объекта: изыскательские ошибки; проектные недоработки; конструкторские ошибки и недоработки.

Некачественное изготовление (строительство) объекта: отступление от заложенных в проектах решений, материалов; нарушение технологии изготовления (строительства); скрытый брак в материалах или сырье, несоответствие их характеристик нормативным требованиям.

Эксплуатационно-технические причины: нарушение технологических процессов (отклонения параметров процесса, отклонения в характеристиках сырья и материалов, нарушение технологической дисциплины и др.); изношенность оборудования.

Человеческий фактор: нарушение трудовой дисциплины; нарушение правил безопасности проведения работ; психофизиологические причины (ошибки в действиях, усталость, невнимательность и др.).

Внешние причины: отклонения параметров энергопитания; погодные факторы; геологические явления; диверсии и др.

Таким образом, проблема защиты рабочих от ЧС всех видов является глобальной проблемой и, несомненно, относится к сфере национальной безопасности России.

К техногенным относятся ЧС, происхождение которых связано с производственно-хозяйственной деятельностью человека на объектах техносферы. Как правило, техногенные ЧС возникают вследствие аварий,

сопровождающихся самопроизвольным выходом в окружающее пространство вещества и (или) энергии.

Пожары, взрывы, угроза взрывов – самые распространённые ЧС в современном индивидуальном обществе наиболее часто встречающиеся и, как правило, с тяжёлыми социальными, экономическими последствиями.

Внезапное обрушение зданий, сооружений – подобного типа происшествия происходят не сами по себе, а инициируются какими – то побочными факторами: большое скопление людей на ограниченной площади, сильная вибрация, вызванная проходящими железнодорожными составами, чрезмерная нагрузка на верхние этажи зданий и т.д. Последствия их трудно предсказуемы. Обычно они приводят к большим человеческим жертвам.

Одним из основных способов защиты является своевременный и быстрый вывод или вывод людей из опасной зоны, т.е. эвакуация. Вид эвакуации определяется видом, характером и условиями ЧС. Плановая и экстренная эвакуации различаются временными рамками. Экстренная эвакуация вызывается быстротекущими процессами накопления негативных факторов в зоне ЧС или изначально высокими уровнями этих факторов.

В числе мероприятий по защите рабочего от ЧС на предприятиях, указываются действия по эвакуации работающей смены, как при угрозе, так и при возникновении ЧС. Исходя из прогнозируемой возможности возникновения аварий, катастрофы или стихийного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, принести ущерб здоровью людей, нарушить условия их жизнедеятельности, намечаются следующие мероприятия и временные параметры по эвакуации:

- определяется вид эвакуации (плановая или экстренная);
- производится расчёт рабочих и служащих, необходимых для проведения эвакуации;
- устанавливаются мероприятия по безаварийной остановке производства;
- намечаются схемы движения эвакуируемых из зоны ЧС к пунктам временного размещения и др.;
- мероприятия режимного характера - запрещение курения в неустановленных местах;
- необходимо применить средство индивидуальной защиты при пожаре: респиратор, аптечка.
- производственное помещение необходимо обеспечить установками пожарной автоматики и первичными средствами пожаротушения (огнетушитель).

С учётом анализа и оценки ситуации руководитель объектовой комиссии по ЧС может принять одно из решений:

- провести эвакуацию внутри объекта;
- вывести персонал за пределы объекта;
- применить комбинированный метод.

3.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В системе обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда. Ст. 3 Закона «Об основах охраны труда в РФ» предусмотрено обязательное исполнение государственных нормативных требований охраны труда всеми юридическими и физическими лицами независимо от форм собственности, сферы деятельности и ведомственной подчиненности. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 мая 2000 г. № 399 «О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда» определяет перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, являющиеся обязательными для соблюдения и исполнения. Нормативные правовые акты по охране труда подразделяются на виды, представленные в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Виды нормативных правовых актов.

№ п/п	Наименование документа	Федеральный орган исполнительной власти, утверждающий документ
1	Межотраслевые правила по охране труда (ПОТ РМ), межотраслевые типовые инструкции по охране труда (ТИ РМ)	Минтруд России
2	Отраслевые правила по охране труда (ПОТ РО), типовые инструкции по охране труда (ТИ РО)	Федеральные органы исполнительной власти
3	Правила безопасности (ПБ), правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ), инструкции по безопасности (ИБ)	Госгортехнадзор России, Госатомнадзор России
4	Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда (ГОСТ Р ССБТ)	Госстандарт России, Госстрой России
5	Строительные нормы и правила (СНиП), своды правил по проектированию и строительству (СП)	Госстрой России
6	Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (санитарные правила (СП), гигиенические нормативы (ГН), санитарные правила и нормы (СанПин), санитарные нормы (СН))	Минздрав России

Ответственность работодателя и должностных лиц за нарушение законодательных и иных нормативных актов об охране труда может быть административной, дисциплинарной или уголовной и определена ст. 24 Закона

«Об основах охраны труда в РФ», Кодексом РСФСР об административных правонарушениях в редакции Федерального закона от 2 января 2000 г. № 4-ФЗ (ст. 41), Трудовым кодексом РФ (ст. 192, 419). Руководителям государственных инспекций труда предоставлено право налагать административное взыскание (штраф) в размере до ста минимальных размеров оплаты труда, а государственным инспекторам по охране труда и государственным правовым инспекторам - до пятидесяти минимальных размеров оплаты труда (ст. 210 Кодекса РСФСР об административных нарушениях) или отстранять от работы лиц, нарушающих законодательство по охране труда, не прошедших в установленном порядке обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочих местах и проверку знаний по охране труда. Нарушение правил техники безопасности или иных правил охраны труда лицом, на котором лежат обязанности по соблюдению этих правил, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого или средней тяжести вреда здоровью человека, наказывается штрафом в размере от двухсот до пятисот минимальных размеров оплаты труда или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от двух до пяти месяцев, либо исправительными работами на срок до двух лет, либо лишением свободы на срок до двух лет. То же деяние, повлекшее по неосторожности смерть человека, наказывается лишением свободы на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового (ст.143 УК РФ). Дисциплинарная ответственность заключается в наложении на должностное лицо или работника одного из следующих дисциплинарных взысканий: замечание, выговор, увольнение (ст. 192 Трудового кодекса РФ). Кроме ответственности работодателя и должностных лиц за нарушение требований законодательных и иных нормативных актов об охране труда Законом «Об основах охраны труда в РФ» предусмотрена также ответственность организации. За невыполнение требований законодательства и предписаний органов государственного надзора и контроля за охраной труда в организациях этим органам разрешается приостанавливать работу отдельных производственных подразделений или деятельность организаций, в которых выявлены нарушения требований охраны труда, представляющие угрозу жизни и здоровью работников (ст. 25 Закона «Об основах охраны труда в РФ»). Организации, выпускающие и поставляющие продукцию, не отвечающую требованиям охраны труда, возмещают потребителям нанесенный вред в соответствии с гражданским законодательством Российской Федерации (ст. 23 Закона «Об основах охраны труда в РФ»).

3.7 Заключение части БЖД

В данной части работы были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние.

В целом можно отметить, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а также благоприятствует повышению производительности труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В курсовой работе произведена разработка конструкторско-технологического оснащения. Подробно разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус».

При разработке технологического процесса были выполнены следующие задачи:

- выбор и обоснование метода получения заготовки;
- расчёт промежуточных припусков и размеров заготовки;
- анализ базового технологического процесса;
- разработка проектного варианта технологического процесса механической обработки заготовки и его технико–экономическое обоснование;
- подробная разработка технологических операций, проектного технологического процесса обработки; расчёт количества оборудования; расчёт численности работающих.

Кроме этого, было спроектировано приспособление для обработки заготовки. Зажим заготовки в данном приспособлении осуществляется ручным усилием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия; введ. 1991 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 60 с.
- 2 Методические указания к содержанию ВКР для бакалавров, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение» / Сост.: С. И. Петрушин; Юргинский технологический институт. – Юрга: ООО Типография «Медиафера», 2014. – 53 с.
- 3 Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения": учеб. пособие / И. С. Добрыдnev. - М. : Машиностроение, 1985. - 184 с. : ил.
- 4 Балабанов, А. М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А. М. Балабанов. - М.: Издательство стандартов, 1992. - 461 с.
- 5 Справочник по конструкционным материалам: Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева. С. А. Герасимов и др.; Под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 640 с.
- 6 ГОСТ 2591-88/ Прокат стальной горячекатаный квадратный. Сортамент.; введ. 1990 – 01 – 01. – М.: Стандартинформ, 2018. – 4 с.
- 7 Кондаков А.И., Васильев А.С., Выбор заготовок в машиностроении: справочник. - М.: Машиностроение, 2007. - 560с.
- 8 Дипломное проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для вузов / В.В.Бабук, П.А.Горезко, К.П.Зобродин и др.] Под общ. ред. В.В. Бабука. – Мн.: Выш. школа, 1979 – 479 с. с ил.
- 9 Курсовое проектирование по технологии машин строения : учебное пособие для машиностроит. спец, вузов / А. Ф. Горбачевич В. А. Шкред.- Минск : Высшая школа, 1983. - 256 с.
- 10 Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
- 11 Технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / Под ред. Н. П. Солнышкина. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 344 с.
- 12 67K25 ПР [Электронный ресурс] URL: http://элионмост.рф/67k25_pr (Дата обращения: 29.03.2018).
- 13 DMU 80 eVo [Электронный ресурс] URL: <https://ru.dmgmori.com/products/machines/milling/5-axis-milling/dmu-evo/dmu-80-evo-linear> (Дата обращения: 29.03.2018).
- 14 CTX beta 2000 [Электронный ресурс] URL: <https://ru.dmgmori.com/products/machines/turning/universal-turning/ctx/ctx-beta-2000> (Дата обращения: 29.03.2018).

- 15 3Г71 станок плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем универсальный [Электронный ресурс] URL: http://stanki-katalog.ru/sprav_3g71.htm (Дата обращения: 29.03.2018).
- 16 Sandvik Coromant Toolguide™ [Электронный ресурс] URL: <https://toolguide.sandvik.coromant.com/TouchTime/Coromant/Home#/taskSetup/task> (Дата обращения: 03.04.2018).
- 17 ГОСТ 162-90. Штангенглубиномеры. Технические условия.; введ. 1991 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
- 18 ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия.; введ. 1991 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
- 19 ГОСТ 5378-88. Угломеры с нониусом. Технические условия.; введ. 1990 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2010. – 7 с.
- 20 ГОСТ 14810-69. Калибры-пробки гладкие проходные неполные диаметром свыше 3 до 50 мм. Конструкция и размеры.; введ. 1971 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2006. – 13 с.
- 21 ГОСТ 17757-72. Пробки резьбовые со вставками с укороченным профилем резьбы диаметром от 1 до 100 мм. Конструкция и основные размеры.; введ. 1973 – 06 – 30. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. – 32 с.
- 22 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 23 Ординарцев И.А. и др. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др. – М. : Машиностроение, 1987. – 846 с.
- 24 Кукляк Н.Л. Металлорежущие инструменты. Пректирование /Кукляк Н.Л., Афтаназьев И.К. и др. - "Львовская политехника", 2003. - 556 с.
- 25 Проектирование технологической оснастки: Методические указания к выполнению курсового проекта. / Сост. А.Л. Пиртахия. –М.: МГТУ «СТАНКИН», 2002. - 57с
- 26 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. – Под общ ред. Б. Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1 – 592 с.
- 27 Приспособления для металлорежущих станков: расчеты и конструкции / М. А. Ансеров .- 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Машиностроение, 1964. - 650 с. - Библиогр. : 649 с.
- 28 Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – 2-е изд. и доп. – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с.
- 29 Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
- 30 Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1967. – 412 с.
- 31 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и поготовительно-заключительного для

технического нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1967. – 410с.

32 Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник/ Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

33 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01"Машиностроение". – Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. – 21 с.

34 DMG Mori [Электронный ресурс] URL: <https://ru.dmgmori.com> (Дата обращения: 29.03.2018).

35 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96с.

36 ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятий.; введ. 1983 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1982. – 14 с.

37 ГОСТ 3.1118-82.Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт.; введ. 1984 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2012. – 21 с.

38 ГОСТ 3.1127-93.Единая система технологической документации. Общие правила выполнения текстовых технологических документов.; введ. 1995 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2009. – 11 с.

39 ГОСТ 3.1128-93. Единая система технологической документации. Общие правила выполнения графических технологических документов.; введ. 1995 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 21 с.

40 ГОСТ 3.1129-93. Единая система технологической документации. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.; введ. 1996 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 22 с.

41 ГОСТ 3.1404-86. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.; введ. 1987 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 59 с.

42 ГОСТ 3.1702-79. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.; введ. 1981 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 21 с.